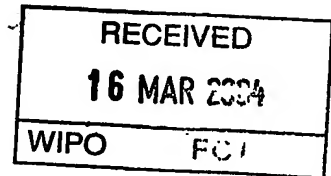


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 16 719.6

Anmeldetag: 11. April 2003

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Frontendschaltung für drahtlose Übertragungssysteme

IPC: H 04 B, H 04 Q

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Frontendschaltung für drahtlose Übertragungssysteme

5 Die Erfindung betrifft eine Frontendschaltung für drahtlose Übertragungssysteme, die mehrere Frequenzbänder eines Mobilfunk-Systems abdecken oder mehrere Mobilfunk-Systeme bedienen können.

10 Einfache Mobilfunkendgeräte (Handys) bedienen einen einzigen Standard (ein Frequenzband eines Mobilfunk-Systems) und sind daher ohne Einschränkung nur zum Betrieb in den Regionen geeignet, in denen eine ausreichende Netzabdeckung für diesen Standard gegeben ist. Zur besseren Erreichbarkeit in Regionen
15 mit nicht vollständiger Netzabdeckung bzw. zur Kapazitätserhöhung in Gebieten mit vielen Nutzern sind Multiband-Mobilfunkendgeräte geeignet, die mehrere Frequenzbänder (eines Mobilfunk-Systems) abdecken können. Sogenannte Dual-Band- und Triple-Band Handys funktionieren dabei nach dem gleichen
20 Übertragungsverfahren (zum Beispiel GSM), können aber in unterschiedlichen Frequenzbändern senden und empfangen und sind daher für mehrere Standards gerüstet, beispielsweise gleichzeitig für GSM1800 (DCS, Digital Cellular System, 1800 MHz) und GSM900 (EGSM, 900 MHz) oder zusätzlich auch noch für
5 GSM1900 (PCS, Personal Communication System, 1900 MHz) und/oder GSM850 (850 MHz).

Es werden zur Zeit auch Kommunikationsendgeräte mit einem Multimode-Übertragungssystem entwickelt, die für den Betrieb
30 in mehreren Mobilfunk-Systemen gleicher Generation oder unterschiedlicher Generationen (z. B. GSM, kombiniert mit UMTS) geeignet sind, wobei eingangsseitig bzw. antennenseitig ein Schalter vorgesehen ist, der eine Antenne abwechselnd mit den verschiedenen Mobilfunk-Systemen zugeordneten Signalpfaden verbindet. Bei bisher bekannten Kommunikationsendgeräten
35 mit Multimode-Übertragungssystem, die auch für den Betrieb nach UMTS-Übertragungsverfahren ausgelegt sind, das eine Con-

tinuous Wave Signalübertragung impliziert, sind die UMTS-Komponenten, insbesondere Bandpaßfilter für 2000 MHz, in der Regel auf der Basis der Mikrowellenkeramik-Bauelementen gebaut. Diese werden einer Frontendschaltung nachgeschaltet, wobei die entsprechende Schnittstelle eine potentielle Quelle für Anpassungsprobleme und daher auch Signalverluste bildet, da z. B. die Länge der Signalwege nicht festgelegt ist.

Unter Frontendschaltung wird dabei der antennenseitige Teil eines Kommunikationsendgerätes verstanden, der die gemeinsame Antenne mit den Filtern und diese mit den gegebenenfalls unterschiedlichen Signalverarbeitungspfaden für die unterschiedlichen Betriebsmodi und Zugriffsverfahren, insbesondere dem LNA (Low Noise Amplifier) für den Empfangspfad oder den PA (Power Amplifier) für den Sendepfad verbindet und welcher außerdem zum Umschalten zwischen den Zugriffs- und Betriebsverfahren erforderliche Schalter aufweist.

Die zahlreichen existierenden drahtlosen Übertragungssysteme, insbesondere Mobilfunk-Systeme, können sich sowohl bezüglich des Übertragungsstandards als auch bezüglich der verwendeten Frequenzbänder unterscheiden (Multimode/Multiband-Systeme). Es werden dabei zur Übertragung unterschiedlicher Daten in einem Kommunikationskanal unterschiedliche Zugriffsverfahren (Multiplexverfahren), beispielsweise CDMA (Code Division Multiple Access), WCDMA (Wideband CDMA), TDMA (Time Division Multiple Access) oder FDMA (Frequency Division Multiple Access) benutzt. Bekannt sind auch Mischformen der Zugriffsverfahren, z. B. TD-CDMA (Time Division Code Division Multiple Access) bei Übertragung der UMTS-Daten.

Diese unterschiedlichen Zugriffsverfahren können außerdem unterschiedliche Duplexverfahren umfassen, um die Sende- und Empfangsdaten zu trennen und einen gleichzeitigen Sende- und Empfangsbetrieb am Kommunikationsendgerät zu ermöglichen. Als Duplexverfahren sind FDD (Frequency Division Duplex) und TDD (Time Division Duplex) bekannt. Einige Standards nutzen auch

ein Duplexverfahren mit gemischtem FDD/TDD-Betrieb, wobei zwar unterschiedliche Frequenzbänder für den Sende- und Empfangsbetrieb vorgesehen sind, die Sende- und Empfangssignale aber zusätzlich zeitlich voneinander getrennt und in unterschiedlichen sogenannten Zeitschlitten gesendet bzw. empfangen werden.

Bei bekannten Multiband-Mobilfunkendgeräten für Standards mit einem gemischten FDD/TDD-Duplex-Betrieb ist der Zugriff auf die gemeinsame Antenne zum Senden (TX) und Empfangen (RX) üblicherweise über einen HF-Umschalter realisiert. Ein Übertragungssystem nutzt dabei jeweils ein (Frequenz-) Bänderpaar, in dem die Frequenzen zum Senden und Empfangen angeordnet sind. Ist ein Bänderpaar eines Systems ausreichend weit von den anderen Bändern (anderer Systeme) entfernt (typischerweise zirka 1 Oktave), so können die Filter und die Signalverarbeitungspfade für dieses Bänderpaar von den übrigen getrennt impedanzneutral (z. B. über einen Diplexer) verschaltet und mit der gemeinsamen Antenne verbunden werden. Generell ist der Einsatz eines Duplexers zur Wahl des Frequenzbandes und/oder Vorabselektion unterschiedlicher Systeme immer dann geeignet, wenn der Frequenzabstand zwischen den Frequenzbändern zirka 1 Oktave beträgt. Ein Frequenzabstand von 1 Oktave bedeutet dabei eine Verdopplung der Frequenz. Beispielsweise sind ein System im 1 GHz-Band und ein System im 2 GHz-Band 1 Oktave voneinander entfernt. Unter dem 1 GHz Bereich werden dabei allerdings sämtliche Frequenzbänder verstanden, die zwischen 800 und 1000 MHz angeordnet sind, während ein 2 GHz-System alle die Bänder mit umfaßt, die zwischen 1700 und 2200 MHz angesiedelt sind.

Bänderpaare anderer Standards, die näher an einem ersten Bänderpaar liegen, werden in bekannten Multiband-Endgeräten üblicherweise über eine weitere Duplexerschaltung voneinander und über einen dieser Duplexerschaltung vorgeschalteten aktiven Schalter vom Rest der Frontendschaltung getrennt, um insbesondere bei Überlappung des Sendebereichs eines Bänderpaar-

res mit dem Empfangsbereich eines anderen Bänderpaares den betroffenen Empfänger vor Sendeleistungen im ersteren Signalpfad zu schützen.

- 5 Die Erhöhung der Anzahl der in einem Mobilfunkgerät einzusetzenden Frequenzbändern bedarf in der Regel der Entwicklung eines neuen Chipsatzes. Der Chipsatz kann aus einer oder mehreren HF ICs bestehen und ist zur Signalverarbeitung (z. B. Sendesignal-Erzeugung, Modulation/Demodulation, Mischung, Verstärkung/Leistungsverstärkung) für entsprechende Anzahl an Frequenzbändern geeignet.

- 10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Frontendschaltung anzugeben, die für drahtlose Multiband- oder Multiband/Multimode-Übertragungssysteme mit überlappenden Frequenzbändern ausgelegt und mit schon bestehenden Chipsätzen kompatibel ist.

- 15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Frontendschaltung nach Anspruch 1, 6 oder 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

- 20 Die Erfindung schlägt eine Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät vor, welche für einen Multiband und/oder einen Multimode-Betrieb ausgelegt ist. Die Frontendschaltung weist parallel verlaufende, an einen antennenseitig angeordneten Schalter angeschlossene Signalpfade auf, wobei in jedem Signalpfad ein Filter für ein Übertragungssystem mit gemischtem FDD/TDD-Betrieb oder einem reinen TDD-Betrieb vorgesehen ist. Zumindest zwei der Signalpfade, die vorzugsweise Empfangspfade sind, sind ausgangsseitig impedanzneutral zu einem Ausgangs-Signalpfad zusammengefaßt. Impedanzneutral bedeutet, daß eine ausgangsseitige Impedanzanpassung in zumindest einem der Signalpfade oder in einem ausgangsseitig angeordneten Parallelzweig vorgesehen ist, welche die kapazitive Belastung eines Signalpfads in seinem Durchlaßbereich durch den ande-

ren, parallel dazu angeordneten Signalpfad oder Signalpfade kompensiert. Eine impedanzneutrale Verschaltung zweier Signalpfade kann z. B. durch eine Shunt-Induktivität oder durch eine in einem der Signalpfade angeordnete Streifenleitung erfolgen.

Die erfindungsgemäße Frontendschaltung ist komplett in einem Bauelement bzw. Modul angeordnet, das eingangsseitig über einen Antennenanschluß mit einer gemeinsamen Antenne und ausgangsseitig mit einem HF-IC oder mehreren HF-ICs (Chipsatz) verschaltbar ist. Das Bauelement mit der erfindungsgemäßen Frontendschaltung umfaßt in einer bevorzugten Ausführungsform auf der Seite des Antennenanschlusses einen Diplexer, der ein Tiefpaßfilter und ein Hochpaßfilter aufweist und z. B. 1 GHz und 2 GHz Signale passiv voneinander trennt. Eine weitere Trennung von (benachbarten) Frequenzbänder-Paaren sowie die Trennung der Sende- und Empfangssignale eines Frequenzbandes (bei reinem TDD) oder eines Frequenzband-Paares (bei gemischten TDD/FDD-Verfahren) erfolgt mittels eines aktive Schaltungselemente enthaltenden HF-Schalters.

Die erfindungsgemäße Frontendschaltung zeichnet sich gegenüber den bekannten Frontendschaltungen durch eine besonders gute Isolation von Signalpfaden in vorgegebenen Frequenz-Sperrbereichen aus, wobei gleichzeitig die Weiterverarbeitung der in verschiedenen Frequenzbändern empfangenen Signale in einem gemeinsamen Ausgangs-Signalpfad möglich ist. Dadurch lassen sich auch bei Erhöhung der Anzahl der im Mobilfunkgerät eingesetzten Frequenzbänder schon bestehende Chipsätze verwenden. Die Zusammenfassung der Signalpfade stellt darüber hinaus eine besonders platzsparende Lösung für die Schnittstelle zwischen der Frontendschaltung und dem nachgeschalteten Chipsatz dar.

Die erfindungsgemäße Frontendschaltung gewährleistet die erforderlichen Entkopplungen der Signalpfade, insbesondere der

Empfangs- und Sendepfade voneinander auch bei Überlappungen unterschiedlicher Frequenzbänder.

5 Eine weitere Variante der Erfindung gibt eine Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät mit Multimode oder Multiband/Multimode Übertragungssystem an. Die Frontendschaltung weist parallel verlaufende, an einen eingangsseitig angeordneten Schalter angeschlossene Signalpfade auf, wobei in jedem
10 Signalpfad ein Filter angeordnet ist. Eingangsseitig ist ein Antennenanschluß vorgesehen. Vor oder nach dem Schalter ist ein Diplexer geschaltet. Einer der Signalpfade ist einem ersten Mobilfunk-System mit Frequency Division Multiple Access (FDMA) Multiplexverfahren und Frequency Division Duplexverfahren (FDD) zugeordnet, wobei das erste Mobilfunk-System für
15 eine Continuous Wave Übertragung ausgebildet ist. In diesem Signalpfad ist ein Diplexer angeordnet, der einen Empfangsteil und einen nach dem Schalter angeordneten Sendeteil aufweist. Zumindest zwei der mit dem genannten Signalpfad nicht identischen Signalpfade sind einem zweiten Mobilfunk-System mit Time Division Multiple Access (TDMA) Multiplexverfahren und Time Division Duplexverfahren (TDD) zugeordnet.
20 Ein Signalpfad kann auch einem Mobilfunk-System mit gemischtem TDD/FDD-Verfahren gemäß einer anderen Variante der Erfindung zugeordnet werden. Alle genannten Komponenten der Frontendschaltung sind in einem Modul integriert.

Durch die Integration aller Komponenten der Frontendschaltung in einem Modul werden in hohem Maße stabile Übertragungseigenschaften der Schaltung erreicht, was bei bisher bekannten
30 Multimode und Multiband/Multimode Kommunikationsgeräten nur bedingt möglich war.

In einer weiteren vorteilhaften Variante weist die erfindungsgemäße Frontendschaltung parallel verlaufende, an einen
35 Eingang angeschlossene Signalpfade auf, wobei in jedem Signalpfad eingangsseitig ein Impedanztransformationsnetzwerk und ausgangsseitig ein Filter angeordnet ist. Eingangsseitig

ist ein Antennenanschluß vorgesehen, wobei der Antennenanschluß mit einer Antenne direkt oder über eine antennenseitige Teilschaltung verschaltbar ist. In zumindest einem der Signalpfade zwischen dem Impedanztransformationsnetzwerk und dem Filter ist ein Parallelzweig angeschlossen, in dem ein Schalter zur Sperrung dieses Signalpfads in einem Frequenz-Sperrbereich vorgesehen ist.

Die Signalpfade sind vorzugsweise voneinander unabhängige Empfangspfade einer Frontendschaltung. Der Frequenz-Sperrbereich kann beispielsweise ein Überlappungsbereich zwischen dem Empfangsbereich eines ersten Frequenzbandes und dem Sendebereich eines zweiten Frequenzbandes sein.

Diese Ausführungsform hat gegenüber schon bekannten Funktionsblocks der Frontendschaltungen den Vorteil, daß das Impedanztransformationsnetzwerk durch die Anordnung des Schalters im Signalpfad anstatt seiner eingangsseitigen Anordnung in einem gemeinsamen Eingangspfad besonders platzsparend ausgebildet werden kann, was im Weiteren näher erläutert ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren 1 bis 11 zeigen ganz oder ausschnittsweise verschiedene erfindungsgemäße Frontendschaltungen.

Figur 1 zeigt eine Schaltung für ein Triple-Band-Übertragungssystem, welche mit einem Dual-Band-Chipsatz verschaltbar ist.

Figur 2 zeigt eine Schaltung für ein Quadruple-Band-Übertragungssystem, welche mit einem Dual-Band-Chipsatz kombinierbar ist.

Figuren 3, 4a zeigen jeweils eine Schaltung für ein Quadruple-Band-Übertragungssystem, welche mit einem Triple-Band-Chipsatz kombinierbar ist.

Figuren 4b, 4c zeigen jeweils ausschnittsweise eine beispielhafte Realisierung des Empfangsteils der in Figur 4a vorgestellten Schaltung.

5

Figur 5a zeigt eine Schaltung für ein Quadruple-Band-Übertragungssystem mit einem symmetrisch ausgebildeten RX-Ausgang, welche mit einem Triple-Band-Chipsatz kombinierbar ist.

10

Figur 5b zeigt ausschnittsweise eine beispielhafte Realisierung des Empfangsteils der in Figur 5a vorgestellten Schaltung.

15 Figur 5c, 5d, 5e zeigen jeweils eine weitere Schaltung für ein Quadruple-Band-Übertragungssystem mit einem symmetrisch ausgebildeten RX-Ausgang, welche mit einem Triple-Band-Chipsatz kombinierbar ist.

20 Figur 6 zeigt eine bekannte Schaltung mit zwei Signalpfaden und einem vorgeschalteten PIN-Diodenschalter.

Figur 7 zeigt eine Schaltung mit zwei Signalpfaden und einem in einem Signalpfad integrierten PIN-Diodenschalter.

Figur 8 zeigt eine Schaltung mit zwei Signalpfaden und darin integrierten PIN-Diodenschaltern.

30 Figuren 9, 10a, 10b zeigen jeweils eine Schaltung für ein Quadruple-Band/Dual-Mode-Übertragungssystem

Figur 11 zeigt eine Schaltung für ein Triple-Band/Dual-Mode-Übertragungssystem

35

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltung für ein Triple-Band-System (z. B. EGSM/DCS/PCS), welche mit einem Dual-Band-

Chipsatz verschaltbar ist. Elektrische Signale werden mittels einer am Antennenanschluß A anzuschließenden Antenne übertragen. Am Antennenanschluß ist eine Frequenzweiche (Diplexer) angeordnet, die in diesem Ausführungsbeispiel aus einem Hochpaßfilter HD und einem Tiefpaßfilter LD besteht. Die Filter HD und LD trennen die sich um etwa 1 Oktave unterscheidenden Signale, beispielsweise einerseits EGSM Signale und andererseits DCS und PCS Signale, bzw. die entsprechenden Frequenzbänder.

10

Den Filtern HD und LD ist jeweils ein HF-Schalter S1, S2 nachgeschaltet. Über die Schalter S1, S2 können Signalpfade TX1 (hier Sendepfad z. B. zum Senden im DCS und PCS Frequenzband), RX11 und RX12 (hier Empfangspfade zum Empfang im DCS bzw. PCS Frequenzband) abwechselnd im reinen TDD- oder gemischten TDD/FDD-Verfahren mit dem Antennen-Diplexer und weiter mit der Antenne verbunden werden. In dem zum Senden in zwei oder mehr Bändern geeigneten Sendepfad TX1 ist ein Sendefilter LTX1 angeordnet. In der Schalterstellung 3 des Schalters S1 ist der Signalpfad TX1 über das Tiefpaßfilter LTX1 mit dem Hochpaßfilter HD des Antennen-Diplexers verbunden. Der Empfangspfad RX11 mit dem darin angeordneten Bandpaßfilter F11 ist über die Schalterstellung 2 des Schalters S1 und der Empfangspfad RX12 mit dem darin angeordneten Empfangsfilter F12 über die Schalterstellung 1 mit dem Hochpaßfilter HD des Antennen-Diplexers verbunden. Der Schalter S2 verbindet das Tiefpaßfilter LD des Antennen-Diplexers abwechselnd in der Schalterstellung 2' mit dem Sendepfad TX2 mit einem darin angeordneten Sendefilter LTX2 und in der Schalterstellung 1' mit dem Empfangspfad RX2 mit einem darin angeordneten Empfangsfilter F2. Die Signalpfade TX2 und RX2 können z. B. zur Signalübertragung im EGSM-Frequenzband ausgelegt sein.

35

Die Signalpfade, die über einen Diplexer frequenzmäßig voneinander getrennt werden, können grundsätzlich zur gleichzeitigen Signalübertragung in den entsprechenden Frequenzbändern

genutzt werden. Die aktiven Schalter schalten dagegen in verschiedenen Stellungen zwischen verschiedenen Signalpfaden um, so daß eine gleichzeitige Signalübertragung über eine gemeinsame Antenne nicht möglich ist.

5

Die Signalpfade RX11, RX12 sind ausgangsseitig zu einem gemeinsamen Empfangspfad RX1 impedanzneutral zusammengefaßt, so daß die Empfangsfilter F11 und F12 einander im Durchlaßbereich nicht belasten. Auch mehr als nur zwei Empfangspfade

10 können ausgangsseitig impedanzneutral zusammengefaßt sein, wobei ihre Impedanzen im Durchlaßbereich z. B. durch ein Anpassungsnetzwerk aneinander angepaßt sind. Es ist möglich, das Anpassungsnetzwerk in zumindest einem der Empfangspfade RX11, RX12 oder RX1 oder auch in einem an RX1 angeschlossenen

15 Parallelzweig anzuordnen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, mehrere Filter, (z. B. wie in Figur 2 dargestellt die Filter F21 und F22 samt Anpassungselementen) in einem Bauelement (Modul) integriert zu realisieren.

20 Die in Figur 1 gezeigte Schaltung stellt eine Triple-Band-Frontendschaltung dar. Durch die erfindungsgemäße Zusammenfassung von Empfangspfaden (hier die Empfangspfade RX12 und RX12) gelingt es, diese Schaltung mit einem Dual-Band Chipsatz zu verschalten. Dies reduziert die Anzahl an signalverarbeitenden Schaltungselementen und spart daher Platz und

5 Energieverbrauch zur Stromversorgung von Verstärkern.

Die Sendefilter LTX1, LTX2 sind als Tiefpaßfilter ausgebildet, um das Sendesignal von seinen unerwünschten Oberwellen

30 zu trennen. Ein Tiefpaßfilter hat insbesondere im Sendepfad den Vorteil, daß es mit geringerer Einfügedämpfung als ein Bandpaßfilter oder Duplexer arbeiten kann. Die Empfangsfilter F11, F12 und F2 sind vorzugsweise als Bandpaßfilter ausgebildet, die zumindest die für das entsprechende Empfangsband ge-

35 forderte Bandbreite aufweisen.

Die Sende- und Empfangsfilter können in beliebiger Filter-technik ausgeführt sein, wobei innerhalb der Schaltung auch unterschiedliche Filtertechniken zur Anwendung kommen können. Die Schaltung ist zum Beispiel durch Oberflächenwellen-
 5 Filter, Mikrowellenkeramik-Filter, FBAR-Filter (FBAR = Thin Film Bulk Acoustic Wave Resonator), Streifenleitungsfilter, Chip LC-Filter oder eben auch durch eine Kombination dieser Filtertechniken realisierbar.

-
- 10 Die FBAR-basierten Filter weisen eine besonders geringe Einfügedämpfung und eine hohe Leistungsverträglichkeit bei einer geringen Größe auf. Solche Filter eignen sich daher für die Integration in einem Frontend-Modul besonders gut.
- 15 Als HF-Schalter S1, S2 sind alle Schalter geeignet, die ein anliegendes Hochfrequenzsignal störungsfrei und in der gewünschten für die Zeitschlitzte erforderlichen Geschwindigkeit (z. B. Schaltzeit von $< 5 \mu\text{s}$) schalten können. Die Schalter S1, S2 können z. B. pin-Dioden umfassen oder alternativ als
 20 MEMS- (microelectromechanical system) oder GaAs-Schalter ausgebildet sein.

Die Diodenschalter benötigen für ihre Funktion einen Schaltstrom von bis zu 10 mA, der durch die hierfür notwendige Akkuleistung hauptsächlich die maximale Sprechdauer des Mobiltelefons negativ beeinflusst, wobei aber durch geeignete Schaltungstopologien dieser Stromverbrauch überwiegend nur im Sendemodus auftritt. Alternativ verwendbare GaAs-Schalter haben den Vorteil, daß sie spannungsgesteuerte Schalter sind,
 30 die nicht mit Hilfe eines Stroms, sondern mit Hilfe einer elektrischen Spannung geschaltet werden und somit einen äußerst geringen Stromverbrauch aufweisen.

Es ist möglich, die ganze Frontendschaltung in einem Modul zu
 35 integrieren. Dabei können passive Schaltungselemente wie z. B. Induktivitäten, Kapazitäten und/oder Leitungsabschnitte in Metallisierungsebenen eines mehrlagigen Trägersubstrats aus-

gebildet sein. Die meist aus passiven Komponenten zusammengesetzten Diplexer können auch in das Trägersubstrat integriert sein. Das Trägersubstrat umfaßt mehrere zwischen den Metallisierungsebenen angeordnete dielektrische Lagen, vorzugsweise aus Low Temperature Cofired Ceramics. Die Dioden, Filter, ggf. aktive Schaltungselemente oder auch teilweise passive Schaltungselemente können als diskrete Bauelemente ausgebildet und auf der Oberfläche des Trägersubstrats angeordnet sein.

10

Die Schalter S1, S2, in Sendepfaden angeordnete Tiefpaßfilter LTX1, LTX2, in Empfangspfaden angeordnete Bandpaßfilter F21, F22 und Antennen-Diplexer (LD, HD) sind vorzugsweise jeweils als diskrete Bauelemente ausgebildet. Es ist auch möglich, daß diese Komponenten, z. B. Antennen-Diplexer und Schalter, mehrere Schalter und/oder mehrere Filter in einem diskreten Bauelement beliebig kombiniert werden. Es ist auch möglich, einzelne der Filter als Chip-LC-Filter auszubilden und direkt in den dielektrischen Lagen eines keramischen Substrats, z.B. in dem für das Modul verwendeten Trägersubstrat zu integrieren. Alternativ können passive Schaltungskomponenten, z. B. die Filter LTX1, LTX2 und der Antennen-Diplexer LD, HD im Trägersubstrat integriert sein.

20

Das diskrete Bauelement kann mittels einer Oberflächenmontagetechnik (z. B. Drahtbonden, Surface Mounted Device-, Flip Chip-, Bare Die-Montage) mit dem Trägersubstrat elektrisch und mechanisch verbunden werden.

Die in dieser Beschreibung genannten Empfangs- oder Sendepfade können allgemein auch Signalpfade zur Signal- bzw. Datenübertragung darstellen.

30

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltung. In diesem Fall sind zwei durch einen Antennen-Diplexer getrennte Signalpfade im Wesentlichen gleich ausgebildet. Der Schalter S2 schaltet in den Schalter-

35

stellungen 1', 2', 3' zwischen den Pfaden RX22 (GSM850-Empfangspfad), RX21 (EGSM-Empfangspfad) und TX2 (GSM850/EGSM-Sendepfad) um. In einem Empfangspfad RX21, der beispielsweise für das GSM850-Band ausgelegt ist, ist ein Empfangsfilter F21
5 angeordnet. In einem weiteren Empfangspfad RX22, der beispielsweise für das EGSM-Band ausgelegt ist, ist ein Empfangsfilter F22 angeordnet. Die Signalpfade RX21 und RX22 sind am Ausgang impedanzneutral verschaltet und bilden einen gemeinsamen Signalpfad RX2. In entsprechender Weise schaltet
10 der Schalter S1 in den Schalterstellungen 1, 2, 3 zwischen den Signalpfaden RX11 (DCS-Empfangspfad), RX12 (PCS-Empfangspfad) und TX1 (DCS/PCS-Sendepfad) um. Die Signalpfade RX11 und RX12 sind am Ausgang impedanzneutral verschaltet und bilden einen gemeinsamen Signalpfad RX1.

15 Es ist möglich, daß die als Empfangspfade ausgelegten Signalpfade RX11, RX12, RX21, RX22 unterschiedlichen Mobilfunk-Systemen (z. B. GSM/UMTS) zugeordnet sind, wobei über jeweils einen der als Sendepfade ausgelegten Signalpfade TX1 und TX2
20 je nach Betriebsmodus Sendesignale von mehreren Mobilfunk-Systemen (z. B. DCS/UMTS-Sendesignale) übertragen werden können.

Es ist insbesondere möglich, mehrere Empfangspfade, die jeweils unterschiedlichen Mobilfunk-Systemen zugeordnet sind, zusammenzufassen, sofern die Frequenzbänder nicht weit voneinander angeordnet sind (z. B. PCS mit 1900 MHz und UMTS mit 2000 MHz).

30 Die in Figur 2 gezeigte Schaltung stellt eine Quadruple-Band-Frontendschaltung für GSM850/EGSM/DCS/PCS-Bänder des GSM-Systems dar. Durch die erfindungsgemäße Zusammenfassung von Empfangspfaden gelingt es, diese Schaltung mit einem Dual-Band Chipsatz zu verschalten.

35 In der in Figur 3 vorgestellten weiteren Variante der Erfindung hat der Schalter S1 nur zwei Schalterstellungen und

schaltet zwischen dem (gemeinsamen DCS/PCS) Sendepfad TX1 und den eingangsseitig zusammengefaßten Empfangspfaden RX1a (z. B. DCS) und RX1b (z. B. PCS). Der Schalter S2 ist ähnlich wie der Schalter S2 in der Ausführung nach Figur 2 mit den Signalpfaden RX2 und TX2 verbunden. Diese Quadruple-Band-Schaltung kann mit einem Triple-Band-Chipsatz verschaltet werden.

Die in den Empfangspfaden RX1b, RX1b angeordneten Filter F11, F12 bilden zusammen eine Frequenzweiche zur passiven Trennung zweier Frequenzbänder aus den vom Hochpaßfilter HD ankommenden Empfangssignalen. Die Umsetzung des Schalters S1 wird später in Verbindung mit den Figuren 6 bis 8 beschrieben.

Die Aufspaltung des Signals von der Antennenseite auf die Pfade RX1a, RX1b erfolgt im Durchlaßbereich eines Filters durch die in diesem Frequenzbereich auftretende Sperrwirkung des Filters im parallel angeordneten Signalpfad

Die in Figur 4a gezeigte Schaltung unterscheidet sich von Figur 3 insofern, als im Signalpfad RX2 ein Umschalter S3 vorgesehen ist, der z. B. in dem mit dem entsprechenden Frequenzband verbundenen Sendemodus die Empfangspfade RX21, RX22 mit der Masse kurzschließt, um die TX/RX Isolation im Sendemodus, insbesondere bei Überlappung des Empfangsbereichs eines Frequenzbandes mit dem Sendebereich eines nächstliegenden Frequenzbandes, weiter zu verbessern.

Eine beispielhafte Realisierung der in Figur 4a schematisch gezeigten Schaltung ist ausschnittsweise zwischen dem Punkt A1 (Antennenanschluß) und dem Empfangspfad RX2 in Figur 4b vorgestellt. Der entsprechende Teil des Schalters S2 ist hier durch Dioden D1 und D2 in Kombination mit Schwingkreisen, gebildet durch Elemente C1, L1 und C2, L2, realisiert. Die mit der Diode D1 in Serie geschaltete Induktivität L1 dient zur Bestromung der Diode D1 beim Anlegen einer Steuerspannung an letztere bei gleichzeitiger Sperrung des HF-Signals.

Der Schalter S3 umfaßt die Diode D3 und Elemente L3, C3. Im Sendemodus wird an die Diode D3 eine Steuerspannung V_{c1} angelegt. Die Zuleitungsinduktivität des Elements D3 und die resultierende Kapazität aus der Parallelschaltung von L3 und C3 bilden zusammen einen Serienschwingkreis, dessen Resonanzfrequenz mit der entsprechenden Sendefrequenz übereinstimmt. Die Elemente L6 und R2 dienen zur HF-Entkopplung des Gleichstrompfades respektive zum Einstellen des für die Dioden erforderlichen Gleichstrom-Arbeitspunktes. In diesem Sendemodus wird vorzugsweise zugleich auch die Diode D1 bestromt, um das Empfangsfilter F22 vor dem Sendesignal mit einem hohen Leistungspegel zu schützen. Der Kurzschluß gegen Masse vor dem Empfangsfilter F22 wird durch eine Verzögerungsleitung TL, vorzugsweise eine $\lambda/4$ -Streifenleitung, am Punkt A1 in ein offenes Ende transformiert. Die Verzögerungsleitung TL kann aber auch durch eine äquivalente Schaltung ersetzt werden, welche die genannte Impedanztransformation erfüllt.

Die Diode D2 befindet sich zum Schutz des Empfangsfilters F21 in allen Betriebszuständen bis auf den Empfangsbetrieb im Signalpfad RX21 im ausgeschalteten Zustand und bildet im Sendebetrieb im Pfad TX2 sowie im Empfangsbetrieb im Pfad RX22 zusammen mit L2 und C2 einen Sperrkreis. Im Empfangsmodus im Frequenzband, das dem Empfangspfad RX21 (z. B. GSM850) entspricht, wird eine Steuerspannung V_c über den durch Elemente L4, C4 und R1 gebildeten Schwingkreis an die Diode D2 angelegt. Dabei wird auch die Diode D1 bestromt und dadurch der Empfangspfad RX22 im Durchlaßbereich des Empfangspfades RX21 gesperrt. Der durch die Elemente C4 und L4 gebildete Schwingkreis dient zur HF-Entkopplung des Gleichstrom-Steuerpfades. R1 dient zur Einstellung des Gleichstrom-Arbeitspunktes.

Die Induktivität L5 dient zur Anpassung der Ausgangsimpedanz des Filters F22 im Durchlaßbereich vom Filter F21. Eine Streifenleitung TL2 zusammen mit der Induktivität L5 dient zur Anpassung der Ausgangsimpedanz von F21 im Durchlaßbereich

des Filters F22. Die Leitung TL2 führt eine Phasendrehung des aus dem Filter F21 ausgehenden Signals. Die Länge der Leitung TL2 ist so gewählt, daß die Ausgangsimpedanz des Filters F21 im Durchlaßbereich des Filters F22 möglichst in den Leerlauf gedreht wird.

In der in Figur 4c gezeigten Variante der Erfindung ist angedeutet, daß der die Diode D3 und die Elemente L3 und C3 umfassende Schalter alternativ im Signalpfad (hier Empfangspfad RX21) angeordnet sein kann. Dabei ist es möglich, daß der Empfangspfad RX21 einen überlappenden Teilfrequenzbereich mit dem Pfad TX2 aufweist, wobei der Pfad RX22 keinen mit anderen Bändern überlappenden Teilfrequenzbereich aufweist. Die DC-Entkopplung des Signalpfades RX22 beim Schalten der Diode D3 durch die Steuerspannung Vc1 wird durch die Kapazität C5 realisiert. Die Leitung TL2 zusammen mit der Kapazität C5 bildet ein Anpassungsnetzwerk am Ausgang des Filters F21. Die Induktivität L5 und die Kapazität C6 dienen ebenso zur Anpassung der Ausgangsimpedanz der Signalpfade.

20

In Figur 5a ist eine weitere vorteilhafte Variante der Erfindung vorgestellt, bei der zur Erhöhung der Isolation zwischen den Empfangspfaden RX21, RX22 ein im Empfangspfad RX21 angeordneter Schalter S3 vorgesehen ist. Der gemeinsame Signalpfad RX2 ist hier symmetrisch ausgebildet, wobei im gemeinsamen Signalpfad unmittelbar nach der Zusammenfassung der Signalpfade RX21, RX22 ein Anpassungsnetzwerk AN angeordnet ist, welches der Anpassung der Ausgangsimpedanz dient und im Signalpfad in Serie oder parallel geschaltete LC-Elemente und/oder Leitungsabschnitte enthält. Nach dem Anpassungsnetzwerk AN ist ein Balun BA geschaltet, der die Signal-Symmetrierung durchführt. Der Balun BA kann gleichzeitig eine Impedanz-Transformation, z. B. von 50 Ohm auf 150 Ohm, durchführen. Dem Balun können weitere Elemente nachgeschaltet sein, z. B. Serienkapazitäten, die zur DC-Entkopplung des Ausgangssignals dienen.

- In Figur 5b ist eine beispielhafte Realisierung der Schaltung gemäß Figur 5a ausschnittsweise dargestellt. Die Verbindung des Schalters S2 mit den Pfaden RX21 und RX22 ist wie in Figur 4b schon beschrieben durch die Elemente D1, C1, L1 bzw. D2, L2, C2 realisiert. Die Funktionsweise der Leitung TL ist auch in Figur 4b erklärt. Die Steuerspannung für die Dioden D2 und D1 wird durch die Steuerspannung V_c , den Widerstand R1 und die Induktivität L4 eingestellt und schaltet gleichzeitig die Dioden D2 und D1 durch, wobei die Diode D1 einen Kurzschluß gegen Masse erzeugt und das Filter F22 im Durchlaßbereich des Filters F21 sperrt. Die Elemente L4 und C4 bilden einen Resonanzsperrkreis, der z. B. im Durchlaßbereich des Filters F21 sperrt. Die Steuerspannung für die Diode D3 wird mit dem Widerstand R2 eingestellt. Die Induktivität L6 sperrt den Signalpfad für das HF-Signal. Die Diode D3 läßt das Signal nur dann durch, wenn die Steuerspannung V_c im Empfangsmodus des Empfangspfades RX21 (Durchlaßbereich des Filters F21) angelegt ist.
- Die am Ausgang des Filters F21 angeordnete Induktivität L7 bildet zusammen mit den Elementen D3, C3 und L3 ein ausgangseitig im Signalpfad RX21 angeordnetes Anpassungsnetzwerk, das im Durchgangsbereich des Filters F22 (insbesondere im Betriebsmodus im Empfangspfad RX22 bei abgeschalteter Diode D3) eine hohe Ausgangsimpedanz des Signalpfades RX21 bzw. des Filters F21 gewährleistet. Die Induktivität L5 ist im Ausgangs-Signalpfad in einem Parallelzweig angeordnet und entspricht dem Anpassungsnetzwerk AN. Sie dient gleichzeitig als Gleichstrom-Rückweg nach Masse beim Anlegen der Steuerspannung V_c an die Diode D3. Die vor dem Balun BA angeordnete Kapazität C5 entkoppelt den DC-Anteil des Ausgangssignals. Der Balun BA ist durch zwei parallel geschaltete LC-Glieder gebildet.
- Figuren 5c, 5d zeigen jeweils eine weitere Schaltung für ein Quadruple-Band-System mit einem symmetrisch ausgebildeten RX-Ausgang RX2, welche mit einem Triple-Band-Chipsatz kombinier-

bar ist. In dieser Variante erfüllen die Filter F21, F22 neben der eigentlichen Filterfunktion auch eine Balun-Funktion. Damit erfolgt die Signal-Symmetrierung vor der Zusammenfassung der Pfade.

5

In Figur 5c ist angedeutet, daß ein Anpassungsnetzwerk AN in einem Parallelzweig zwischen den Signalleitungen des Signalpfades RX2 angeordnet sein kann (differentielles Anpassungsnetzwerk).

10

In Figur 5d ist je ein Anpassungsnetzwerk AN1 und AN2 in den beiden Signalleitungen des Signalpfades RX2 angeordnet. Die Anpassungsnetzwerke AN1 und AN2 können jeweils als ein auf Masse bezogenes Anpassungsnetzwerk ausgebildet sein und zusammen ein sogenanntes symmetrisches Anpassungsnetzwerk bilden.

15

Ein Anpassungsnetzwerk kann alternativ auch in den Signalleitungen der symmetrisch ausgebildeten Signalpfade RX21 und RX22 ausgangsseitig vor der Zusammenführung dieser Signalpfade angeordnet sein. Möglich ist auch eine beliebige Kombination der hier aufgezählten Möglichkeiten. Unten in Figur 5d ist angedeutet, daß die Anpassungsnetzwerke AN1 und/oder AN2 als parallel zu einer Signalleitung geschaltete, vorzugsweise Masse-bezogene Induktivitäten, sowie die Anpassungsnetzwerke AN, AN1 und/oder AN2 als in einer Signalleitung in Serie geschaltete Induktivitäten ausgebildet sein können. Anstelle der hier gezeigten Induktivitäten können die Anpassungsnetzwerke eine beliebige Verschaltung von Induktivitäten, Kapazitäten und/oder Leitungsabschnitten enthalten, wobei symmetrische π - oder T-Glieder bevorzugt sind.

20

25

30

Figur 5e zeigt ausschnittsweise eine weitere Variante der Erfindung. Am Antennenanschluß A1 ist parallel zu den Empfangspfaden RX21, RX22 in dieser Variante auch der Sendepfad TX2 angeordnet. Der Sendepfad TX2 ist im Empfangsbetriebsmodi durch die Diode D4 gesperrt, die neben den Dioden D1 und D2

35

einen Teil des Schalters S2 realisiert. Im Sendemodus wird die Diode D4 durch die Steuerspannung Vc1 eingeschaltet (dies entspricht der Stellung 3' des Schalters S2 in Figur 2). Die Induktivität L9 entkoppelt den Gleichstromkreis vom HF-Signalpfad TX2. Die Elemente C5, C6, L8 und C8 sind eine mögliche Ausführungsform des Tiefpaßfilters LTX2, das zur Unterdrückung der Oberwellen des Sendesignals dient. Der Widerstand R3 dient zur Einstellung der Steuerspannung. Die Kapazität C3 dient hier einerseits zur DC-Entkopplung der Steuerspannung Vc1 von der Diode D2 und andererseits zur DC-Entkopplung der Steuerspannung Vc von der Diode D3.

Die am symmetrischen Ende des Signalpfades RX22 angeordneten Induktivitäten L5 und L6 entsprechen den Anpassungsnetzwerken AN1 und AN2.

Es kommt vor, daß die Frequenzbänder teilweise überlappen, wobei beispielsweise der Sendebereich eines Frequenzbandes mit dem Empfangsbereich eines nächstliegenden Frequenzbandes teilweise überlappt (was z. B. den PCS-Sendebereich von 1850 bis 1910 MHz und den DCS-Empfangsbereich von 1805 bis 1880 MHz betrifft). Da in diesem Fall die Isolation des (im DCS-Empfangspfad angeordneten) Empfangsfilters im Überlappungsbereich gegen die Sendeleistung des anderen Frequenzbandes nicht gegeben ist, soll der entsprechende Empfangspfad (DCS) im kritischen Überlappungsbereich aktiv gesperrt werden. Auch der Sendebereich von 1710 bis 1785 MHz für das DCS-Sendesignal muß als Frequenz-Sperrbereich für die beiden Empfangspfade ausgebildet werden. Auch bei Übertragung von GSM (850 MHz) und EGSM Signalen in einem gemeinsamen Signalpfad liegen Überlappungsbereiche vor. Unerwünschte Interferenzen können ebenso bei Multiband-Übertragungssystemen, die z. B. Signale von GSM, UMTS und WLAN voneinander trennen sollen, auftreten.

Eine an sich bekannte Möglichkeit, in einem definierten Frequenzbereich, z. B. im Sendebereich, zwei oder mehrere ein-

gangsseitig am Punkt B zusammengefaßte Empfangspfade, z. B. entsprechend der Anordnung der Empfangspfade RX1a, RX1b in Figur 3, zu sperren, ist in Figur 6 gezeigt.

5 Figur 6 zeigt zwei parallele, eingangsseitig am Punkt B zusammengefaßte Signalpfade C und D, wobei in jedem Signalpfad ausgangsseitig ein Filter F21, F22 und eingangsseitig ein Impedanztransformationsnetzwerk IT1, IT2 geschaltet ist. Die
10 zu, die Eingangsimpedanz des nachgeschalteten Filters für den Durchlaßbereich des anderen Filters in einen hochohmigen Bereich zu transformieren und den entsprechenden Signalpfad in diesem Frequenzbereich zu sperren. Die Impedanztransformationsnetzwerke umfassen eine geeignete Kombination von Induktivitäten, Kapazitäten und Leitungsabschnitten.
15

Vor der Aufteilung der Signalpfade am Punkt B ist in einem Parallelzweig ein (aktiver) Schalter vorgesehen, der durch eine Diode D1, eine Kapazität C1, eine Induktivität L1 und
20 ein Impedanztransformationsnetzwerk IT3 gebildet ist. Beim Anlegen einer Steuerspannung an die Diode D1 (z. B. im Sendebereich) wird diese durchgeschaltet und dadurch am Punkt B ein Kurzschluß gegen Masse erzeugt, der die Signalpfade C, D sperrt und durch das Impedanztransformationsnetzwerk IT3 am
3 Punkt A1 im entsprechenden Frequenz-Sperrbereich zu einem offenen Ende transformiert wird.

Das Impedanztransformationsnetzwerk IT3 ist vorzugsweise als eine $\lambda/4$ -Leitung ausgebildet, wobei die Leitungslänge von $\lambda/4$
30 bei der Sendefrequenz gemeint ist. Das Impedanztransformationsnetzwerk IT1 umfaßt in der Regel eine Leitung, deren Länge in Wellenlängen gemessen $\lambda/4$ etwas übersteigt. Daher hat der in Figur 6 gezeigte Funktionsblock den Nachteil, daß die gesamte Leitungslänge pro Signalpfad mindestens $\lambda/2$ beträgt,
35 was mit entsprechend hohen Signalverlusten und hohem Platzbedarf verbunden ist.

Eine alternative Lösung besteht erfindungsgemäß darin, einen Parallelzweig mit einem solchen Schalter in einem Signalpfad (Signalpfad D in Figur 7) oder in mehreren Signalpfaden C, D (Figur 8) jeweils vor dem zu sperrenden Filter F22, F21 am Punkt B1, B2 anzuordnen bzw. abzuzweigen.

An die Diode D1 im Parallelzweig oder auch an beide Dioden D1, D2 zugleich (in Figur 8) wird im Sendemodus eine Steuerungsspannung angelegt, wobei am Punkt B1 oder auch B2 ein Kurzschluß gegen Masse entsteht. In Serie mit der pin-Diode D1 ist eine Induktivität L1 geschaltet, die zusammen mit der pin-Diode D1 einen Gleichstrompfad bildet. Parallel zu der Induktivität L1 und in Serie mit der pin-Diode D1 ist eine Kapazität C1 geschaltet. Beim Kurzschluß bilden die durchgeschaltete Diode D1, welche bei Anlegen der Steuerungsspannung im Wesentlichen als eine kleine Induktivität wirkt, und die Kapazität C1 einen Serienkreis oder Saugkreis, dessen Resonanzfrequenz mit zumindest einer Frequenz aus dem Frequenzsperrbereich (z. B. Sendefrequenz) übereinstimmt, wobei der genannte Saugkreis besonders gut leitet. Die Impedanztransformationsnetzwerke IT1, IT2 dienen zur Transformation des Kurzschlusses in ein offenes Ende am Punkt A1.

In der in Figur 8 vorgestellten Schaltung ist zwischen den Parallelzweigen und den Filtern F21, F22 jeweils ein zusätzliches Anpassungsnetzwerk IT1a, IT2a angeordnet. Dabei wird die Eingangsimpedanz der Filter F21, F22 angepaßt. Die Anpassungsnetzwerke können z. B. als eine dem Filter F21 oder F22 vorgeschaltete Serien- oder Shunt-Induktivität oder eine beliebige Kombination der LC-Elemente sein. Die Funktionsweise der Elemente L2 und C2 in Figur 8 entspricht im Wesentlichen einer solchen der Elemente L1 und C1.

Die Signalpfade C und D sind jeweils vorzugsweise als Empfangspfade ausgebildet.

Die durchgeschaltete Diode D1 kann auch z. B. das Filter F21 im Durchgangsbereich des Filters F22 sperren. Die durchgeschaltete Diode D2 kann analog das Filter F22 im Durchlaßbereich des Filters F21 sperren. In bevorzugter Variante werden
5 beide Dioden in einem Frequenz-Sperrbereich (insbesondere im Sendebereich eines der Frequenzbänder) eingeschaltet, um die Filter F21, F22 z. B. vor Sendesignalen zu schützen.

Bei der Ausführung des Schalters gemäß den Figuren 7 oder 8
10 entfällt das in Figur 6 angedeutete, eingangsseitig angeordnete Impedanztransformationsnetzwerk IT3. Daher ist die gesamte Leitungslänge pro Signalpfad verglichen mit Figur 6 maximal halb so lang, was eine besonders platzsparende und verlustarme Lösung darstellt.

15 Die Anordnung des Schalters S1 im Parallelzweig eines Signalpfades anstatt dessen eingangsseitiger Anordnung vor Auftrennung der Signalpfade setzt voraus, daß das Filter im parallel verlaufenden Signalpfad zusammen mit dem darin angeordneten
20 Impedanztransformationsnetzwerk in Sperrbereichen eine gute Isolation gewährleistet.

Die in Figuren 6 bis 8 gezeigten Schaltungen können auch aus
5 auf der Basis von verschiedenen Technologien ausgeführten diskreten Bauelementen auf einer gemeinsamen Platine aufgebaut sein.

Figur 9 zeigt eine Frontendschaltung für ein Quadruple-Band/Dual-Mode System, das z. B. in einem 3-Band-GSM- (EGSM,
30 DCS, PCS) und UMTS-Mode betrieben wird.

Der antennenseitig angeordnete und in Figur 1 schon beschriebene Diplexer trennt die von der Antenne ankommenden Signale nach Frequenz.

35 Der Signalpfad TX1/RX1 ist einem ersten Mobilfunk-System mit Frequency Division Multiple Access Multiplexverfahren und

Frequency Division Duplexverfahren, vorzugsweise einem im Continuous Wave Mode übertragenden System, z. B. UMTS-System (2000 MHz) zugeordnet. Dabei ist das erste Mobilfunk-System insbesondere für eine Continuous Wave Übertragung ausgebildet. In diesem Signalpfad ist ein Duplexer DU angeordnet, der einen Empfangsteil und einen Sendeteil aufweist, wobei der Sendeteil und der Empfangsteil in dieser Variante der Erfindung nach dem Schalter S1 geschaltet sind. Im Sende- und Empfangsteil des Duplexers ist jeweils ein Bandpaßfilter F12 bzw. F11 angeordnet, wobei die Frequenzbänder dieser Filter überlappungsfrei nebeneinander angeordnet sind.

Die Signalpfade TX2, RX2a, RX2b, RX3 und TX3 sind einem zweiten Mobilfunk-System mit Time Division Multiple Access Multiplexverfahren und Time Division Duplexverfahren, z. B. einem GSM-System mit 3 Frequenzbändern zugeordnet. Der Signalpfad TX2 dient dabei als Sendepfad sowohl für ein erstes (PCS, 1900 MHz) als auch ein zweites (DCS, 1800 MHz) Frequenzband. Der Signalpfad TX3 dient als Sendepfad für ein drittes (EGSM, 900 MHz) Frequenzband. Die Signalpfade RX2a, RX2b und RX3 sind jeweils als ein Empfangspfad für das erste, zweite bzw. dritte Frequenzband ausgelegt.

Der Diplexer trennt die Signale des dritten Frequenzbandes des zweiten Mobilfunk-Systems (EGSM-Signale) von Signalen anderer Frequenzbänder. Der nach dem Tiefpaßfilter LD geschaltete Schalter S2 führt TDD zwischen den Signalpfaden RX3 und TX3 durch. Der Schalter S1 verbindet je nach Betriebsmode die Signalpfade TX1, RX1 des ersten Mobilfunk-Systems (UMTS-Pfade) oder die Signalpfade TX2, RX2a, RX2b des zweiten Mobilfunk-Systems (GSM-Pfade) mit dem Hochpaßfilter HD des Antennen-Duplexers. Der Schalter S1 schaltet in einem der GSM-Betriebsmodi zwischen dem Sendepfad TX2 und dem entsprechenden Empfangspfad RX2a oder RX2b.

Alle hier genannten Komponenten der Schaltung sind erfindungsgemäß auf einem Trägersubstrat TS angeordnet.

Eine gleichzeitige Datenübertragung über verschiedene Mobilfunk-Systeme ist prinzipiell möglich. Die in Figur 9 gezeigte Schaltung läßt eine gleichzeitige Datenübertragung in den über den Diplexer zusammengefaßten und frequenzmäßig passiv voneinander getrennten Informationskanälen zu (z.B. einerseits im Informationskanal TX3/RX3 des FDD/TDD-Systems und andererseits im Informationskanal TX1/RX1 des im Continuous Wave Mode übertragenden FDD-Systems).

Ferner ist es möglich, im Frontendmodul parallele Signalübertragung in den nebeneinander angeordneten Frequenzbändern, die unterschiedlichen Mobilfunk-Systemen wie z. B. einerseits UMTS und andererseits GSM 1800 (oder GSM 1900) angehören, durch eine entsprechende Einstellung des Endgerätes (z. B. in Zeitschlitten) zu betreiben.

Eine weitere Möglichkeit, ein Multiband/Dual-Mode-System zu realisieren, ist in Figur 10a vorgestellt. Im Unterschied zu Figur 9 ist der Signalpfad RX1 des ersten Mobilfunk-Systems nicht nach dem Schalter S1, sondern zwischen dem Diplexer und dem Schalter S1 angeordnet. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß das Monitoring des Empfangssignals des ersten Mobilfunk-Systems auch im Betriebsmode des zweiten Mobilfunk-Systems möglich ist. Bei dem über das erste Mobilfunk-System ankommenden Anruf kann während des Gesprächs über das zweite Mobilfunk-System „angeklopft“ werden. Der Benutzer kann sich dann entscheiden, ob er diesen Anruf annimmt. Sollte er sich fürs Umschalten entscheiden, wird der Schalter S1 in die Stellung 1 umgelegt, wodurch das Senden über das erste Mobilfunk-System ermöglicht wird. Über eine entsprechende Einstellung des Endgerätes ist es auch möglich, die Daten des ersten Mobilfunk-Systems (UMTS) und eines der in der Nähe liegenden Frequenzbänder (GSM 1800, GSM 1900) des zweiten Mobilfunk-Systems parallel zu verarbeiten, wobei der Schalter S1 abwechselnd zwei entsprechende Sendepfade mit dem Antennenanschluß A1 in Zeitschlitten verbindet.

Figur 10b zeigt eine vorteilhafte Variante der in Figur 10a schon erläuterten Ausführungsform der Erfindung, in der zur Trennung der Signale auf die Signalpfade TX1, RX1, TX2, RX2a und RX2b anstelle des Schalters S1 zwei Schalter S1' und S1'' verwendet werden. Der Schalter S1' weist zwei Schalterstellungen auf und verbindet den Antennenanschluß A1 bzw. die Antenne je nach Einstellung des Endgerätes entweder mit dem Sendepfad TX1 des ersten Mobilfunksystems oder - je nach Schalterstellung des Schalters S1'' - mit einem der Signalpfade TX2, RX2a und RX2b. Der Schalter S1'' weist entsprechend drei Schalterstellungen auf.

Die Pfade TX3, RX3 sind wie in Figur 9 ausgebildet.

Ausgangsseitig (nach dem Tiefpaßfilter LTX1) im Signalpfad TX2 ist ein Notch-Filter NF geschaltet, das z. B. zur selektiven Unterdrückung der Oberwelle des Sendesignals eingesetzt werden kann. Das Notchfilter kann auf einem Chip ausgebildet sein, der auf dem Trägersubstrat TS angeordnet ist.

Es ist möglich, die in dieser Schrift genannten Filter (F11 bis F22, LTX1, LTX2, NF) zusammen oder jeweils individuell auf einem Chip auszubilden und den Chip auf dem Trägersubstrat TS anzuordnen und mit diesem elektrisch zu verbinden. Eine solche Anordnung der Bauelemente wird als Frontendmodul bezeichnet.

Wegen hohen Sendeleistungen, die über die Sendepfade TX1, TX2 übertragen werden, muß für eine gute Unterdrückung der Sendesignale in Durchlaßbereichen gesorgt werden.

Um die über unterschiedliche, in den nebeneinander angeordneten Frequenzbändern zu übertragenden Signale sauber voneinander zu trennen, sind feste Phasenbeziehungen in den betroffenen Signalpfaden (hier TX1, RX1, TX2, RX2a und RX2b), insbesondere auf dem Weg vom Hochpaßfilter HD des Diplexers bis hin zum entsprechenden im Signalpfad ausgangsseitig angeord-

neten Filter (F11 bis F22, LTX2, NF), von großer Bedeutung. Es ist daher gewünscht, daß die Phasenbeziehungen in einer Frontendschaltung von extern nicht beeinflußt werden und von der Art des Endgerätes unabhängig sind.

5

Die Phasenbeziehungen werden in erster Linie durch die Länge der Übertragungsleitungen bestimmt, welche die Schaltungskomponenten HD und S1', S1' und TX1, S1' und S1'', S1'' und LTX1, S1'' und RX2a sowie S1'' und RX2b verbinden. Die entsprechenden Leitungsabschnitte sind in Figur 10b mit Bezugszeichen 11 bis 18 bezeichnet.

10

Die Erfindung schlägt vor, die festen Phasenbeziehungen zwischen den Übertragungsleitungen 11 bis 18 durch die Integration der entsprechenden Leitungsabschnitte im genannten Frontendmodul zu schaffen. Die Übertragungsleitungen 11 bis 18 sind vorzugsweise in zumindest einer Metallisierungsebene des Trägersubstrats TS ausgebildet. Die Leitungsabschnitte sind dabei vorzugsweise im Inneren des Trägersubstrats verborgen.

15
20

Die erfindungsgemäße Integration der Übertragungsleitungen im Frontendmodul hat den Vorteil, daß die Art des Endgerätes, in dem das Modul eingesetzt ist, keinen Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften der Frontendschaltung, insbesondere auf die Unterdrückung benachbarter Gegenbänder (z. B. GSM 1800, GSM 1900) im Durchlaßbereich eines ausgewählten Signalpfades (z. B. UMTS-Empfangspfades RX1), hat.

30

Figur 11 zeigt eine Schaltung für ein Triple-Band/Dual-Mode-Übertragungssystem. Im Unterschied zu oben beschriebenen Varianten ist hier der Schalter S1 direkt an die Antenne angeschlossen. Die Signalpfade RX1 und TX1 sind einem ersten Mobilfunk-System (UMTS) zugeordnet. Das im Empfangspfad RX1 angeordnete Filter F11 und das im Sendepfad TX1 angeordnete Filter F12 bilden vorzugsweise einen Duplexer.

35

Die Signalpfade RX2, RX3, TX2 und TX3 sind einem ersten (RX2/TX2) und einem zweiten (RX3/TX3) Frequenzband eines zweiten Mobilfunk-Systems (GSM) zugeordnet. Das erste Frequenzband kann z. B. EGSM-Band sein. Das zweite Frequenzband kann z. B. DCS-Band sein. Der zusammengefaßte Sende/Empfangspfad TX1/RX1 des ersten Mobilfunk-Systems ist ein- gangsseitig über den Diplexer LD, HD impedanzneutral mit dem Empfangspfad RX2 des zweiten Mobilfunk-Systems verschaltet. Da der Diplexer im Gegensatz zu einem Schalter eine passive

5
10

Signaltrennung durchführt, kann gleichzeitig die Übertragung über das erste Mobilfunk-System und das Monitoring des ersten Frequenzbandes des zweiten Systems erfolgen.

Der Diplexer kann im Prinzip beim Zusammenfassen der Signal-
pfade weggelassen werden, wenn eine impedanzneutrale Ver-
schaltung dieser Signalpfade möglich ist.

15

In der erfindungsgemäßen Frontendschaltung können auch mehrere Schalter und mehrere Frequenzweichen (Diplexer und Duplexer) integriert sein.

20

Wie bereits erwähnt, können die HF-Filter und die Diplexer in unterschiedlichen Techniken aufgebaut werden, ebenso können für die HF-Schalter, die Mehrfachschalter und die Umschalter unterschiedliche Techniken eingesetzt werden. Beispielsweise können die Schalter als Galliumarsenid-FET-Transistoren ausgestaltet sein. Möglich ist es auch, die Schalter als PIN-Dioden mit zusätzlichen Transformationsleitungen oder anderen Anpaßschaltelementen zu realisieren, die eine Phasenverschiebung bewirken können. Ein mögliches Ausführungsbeispiel wäre hier eine $\lambda/4$ -Streifenleitung, die in das Trägersubstrat integriert ist.

30

Die Ausgänge der Empfangspfade können je nach Erfordernis des Kommunikationsendgerätes symmetrisch oder differentiell ausgeführt sein, wobei der Impedanzabschluß des Ausgangs ebenso wie der Antennenanschluß bei jeweils 50 Ω sein kann. Der Im-

35

pedanzabschluß des Ausgangs kann auch mittels Impedanztransformation gegenüber dem Antennenanschluß erhöht oder erniedrigt sein.

- 5 Die Signalpfade können jeweils neben Mobilfunk-Systemen auch beliebigen Datenübertragungssystemen zugeordnet sein.

- 10 Neben den in den Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren vorgestellten Verwirklichungen der Erfindung sind noch eine Reihe weiterer Kombinationen denkbar, die durch Weglassen einzelner Komponenten oder durch Kombination einzelner Komponenten der beschriebenen Ausführungsbeispiele erhalten werden können.

Bezugszeichenliste

	A	Antennenanschluß
	A1	Antennenanschluß
5	B, B1, B2	Anschlußpunkt eines Parallelzweigs
	C, D	Signalpfade
	IT1 - IT3	Impedanztransformationsnetzwerk
	IT1a, IT2a	Anpassungsnetzwerk
	S1, S2, S3	Schalter
10	US	Umschalter (2 Schaltpositionen)
	F1 - F22	Filter
	LTX1, LTX2	Sendefilter
	NF	Notch Filter
	RX1, RX2, RX2a, RX2b	Empfangspfad
15	TX1, TX2	Sendepfad
	LD	Diplexer-Tiefpaßfilter
	HD	Diplexer-Hochpaßfilter
	R1, R2	Widerstände
	TL, TL2	Streifenleitungen
20	D1 - D4	Dioden
	C1 - C7	Kapazitäten
	L1 - L9	Induktivitäten
	Vc, Vc1	Steuerspannungen
	11 bis 18	Übertragungsleitungen

Patentansprüche

1. Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät mit Multiband oder Multiband/Multimode Übertragungssystem,
5 aufweisend parallel verlaufende, an einen eingangsseitig angeordneten Schalter (S1, S2) angeschlossene Signalpfade, wobei in jedem Signalpfad ein Filter (F11, F12, F21, F22) angeordnet ist,
- wobei eingangsseitig ein Antennenanschluß vorgesehen
10 ist,
wobei zumindest zwei der Signalpfade ausgangsseitig impedanzneutral zu einem gemeinsamen Ausgangs-Signalpfad zusammengefaßt sind,
- wobei entweder eines der Filter im Durchgangsbereich der
15 anderen Filter eine hohe Ausgangsimpedanz aufweist oder
wobei eine ausgangsseitige Impedanzanpassung in zumindest einem der Signalpfade, im gemeinsamen Ausgangs-Signalpfad oder in einem ausgangsseitig angeordneten Parallelzweig vorgesehen ist und
20 - wobei alle genannten Komponenten der Frontendschaltung in einem Modul integriert sind.
2. Frontendschaltung nach Anspruch 1,
bei der ein zusätzlicher Schalter vorgesehen ist, der in
zumindest einem der Signalpfade vor oder nach dem Filter
(F21, F22), im gemeinsamen Ausgangs-Signalpfad oder in einem
ausgangsseitig angeordneten Parallelzweig angeordnet
ist.
- 30 3. Frontendschaltung nach Anspruch 1 oder 2,
bei der die Signalpfade (RX21, RX22) unterschiedlichen Standards und/oder Mobilfunk-Systemen entsprechende, verschiedenen Mobilfunk-Frequenzbändern zugeordnete Empfangspfade sind.
- 35 4. Frontendschaltung nach Anspruch 3,
bei der zur Erhöhung der Isolation der Signalpfade in zu-

mindest einem Empfangspfad und/oder Ausgangs-Signalfad in Serie geschaltete Dioden oder Shunt-Dioden vorgesehen sind, die den entsprechenden Signalfad in Frequenz-Sperrbändern sperren,

5 wobei die in zumindest einem Empfangspfad angeordneten Dioden vor oder nach dem Filter (F21, F22) geschaltet sind.

5. Frontendschaltung nach Anspruch 4,

10 bei der durch die Frequenz-Sperrbänder solche Frequenzbereiche gesperrt sind, in denen der Empfangsbereich zumindest eines der als Empfangspfad ausgebildeten Signalfade zumindest teilweise mit dem Sendebereich eines anderen, als Sendepfad ausgebildeten Signalfades überlappt.

15

6. Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät mit Multimode Multiband/Multimode Übertragungssystem, aufweisend parallel verlaufende, an einen eingangsseitig angeordneten Schalter (S1, S2) angeschlossene Signalfade (RX21, RX22), wobei in jedem Signalfad ein Filter (F11, F12, F21, F22) angeordnet ist,

20

wobei eingangsseitig ein Antennenanschluß vorgesehen ist, wobei eingangsseitig vor oder nach dem Schalter (S1, S2) ein Diplexer geschaltet ist,

wobei einer der Signalfade (RX21, RX22) einem ersten Mobilfunk-System mit Frequency Division Multiple Access Multiplexverfahren und Frequency Division Duplexverfahren zugeordnet ist, wobei das erste Mobilfunk-System für eine Continuous Wave Übertragung ausgebildet ist,

30

wobei in diesem Signalfad ein Duplexer (DU) angeordnet ist, der einen Empfangsteil und einen Sendeteil aufweist, wobei der Sendeteil nach dem Schalter (S1, S2) geschaltet ist,

wobei zumindest zwei der mit diesem Signalfad nicht identischen Signalfade einem zweiten Mobilfunk-System mit Time Division Multiple Access Multiplexverfahren und Time Division Duplexverfahren zugeordnet sind,

35

wobei alle genannten Komponenten der Frontendschaltung in einem Modul integriert sind.

7. Frontendschaltung nach Anspruch 6,
5 bei der der Empfangsteil (ET) des Duplexers (DU) nach dem Schalter (S1, S2) geschaltet ist.
8. Frontendschaltung nach Anspruch 6,
10 bei der der Empfangsteil (ET) des Duplexers (DU) zwischen dem Diplexer und dem Schalter (S1, S2) impedanzneutral geschaltet ist,
wobei ein Empfangs-Monitoring des ersten Mobilfunk-Systems im Betriebsmode des ersten oder des zweiten Mobilfunk-Systems vorgesehen ist.
15
9. Frontendschaltung nach Anspruch 6,
bei der das zweite Mobilfunk-System ein Multiband-System ist.
- 20 10. Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät mit Multiband oder Multiband/Multimode Übertragungssystem, aufweisend parallel verlaufende, an einen Eingang angeschlossene Signalpfade (RX21, RX22), wobei in jedem Signalpfad (RX21, RX22) eingangsseitig ein Impedanztransformationsnetzwerk (IT1, IT2) und ausgangsseitig ein Filter (F21, F22) angeordnet ist,
wobei eingangsseitig ein Antennenanschluß (A1) vorgesehen ist,
wobei in zumindest einem der Signalpfade (RX21, RX22) zwischen dem Impedanztransformationsnetzwerk (IT1, IT2) und
30 dem Filter (F21, F22) ein Parallelzweig angeschlossen ist, in dem ein Schalter zur Sperrung dieses Signalpfads (RX21, RX22) für einen Frequenz-Sperrbereich vorgesehen ist.
- 35 11. Frontendschaltung nach Anspruch 10,
bei der der Schalter eine pin-Diode oder einen GaAs Schal-

ter oder einen MEMS-Schalter umfaßt.

12. Frontendschaltung nach Anspruch 10 oder 11,
bei der in mindestens einem der Signalpfade zwischen dem
5 Parallelzweig und dem Filter (F21, F22) ein Anpassungs-
netzwerk (IT1a, IT2a) vorgesehen ist.
13. Frontendschaltung nach Anspruch 11 oder 12,
bei der im jeweiligen Parallelzweig in Serie mit der pin-
10 Diode eine Induktivität (L1, L2) geschaltet ist, die zu-
sammen mit der pin-Diode einen Gleichstrompfad bildet, wo-
bei parallel zu dieser Induktivität und in Serie mit der
pin-Diode eine Kapazität (C1, C2) geschaltet ist, die zu-
sammen mit der eingeschalteten pin-Diode einen Serienreso-
15 nanzkreis bildet, wobei die Resonanzfrequenz des Serienre-
sonanzkreises mit zumindest einer Frequenz aus dem Fre-
quenz-Sperrbereich übereinstimmt.
14. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
20 die auf einem Trägersubstrat (TS) aufgebaut ist.
15. Frontendschaltung nach Anspruch 14,
bei der das Trägersubstrat mehrere Metallisierungsebenen
umfaßt, die durch dielektrische Lagen voneinander getrennt
sind, wobei in den Metallisierungsebenen das Impedanz-
transformationsnetzwerk (IT1, IT2), das Anpassungsnetzwerk
(IT1a, IT2a), die Induktivität (L1, L2) und/oder Kapazität
(C1, C2) zumindest teilweise realisiert sind.
- 30 16. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
bei der die Filter (F21, F22) unabhängig voneinander aus-
gewählt sind aus mit akustischen Oberflächenwellen arbei-
tenden Bauelementen, mit Volumenwellen arbeitenden Bauele-
menten, Mikrowellenkeramik-Bauelementen und/oder Chip-LC-
35 Elementen.

17. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Schalter (S1, S2) ein GaAs-Schalter oder ein MEMS-Schalter ist.

5 18. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei der die direkt miteinander verbundenen Komponenten der Frontendschaltung mittels Übertragungsleitungen (11 bis 18) elektrisch verbunden sind, wobei alle Komponenten der Frontendschaltung und die Über-
10 tragungsleitungen (11 bis 18) in einem Modul integriert sind.

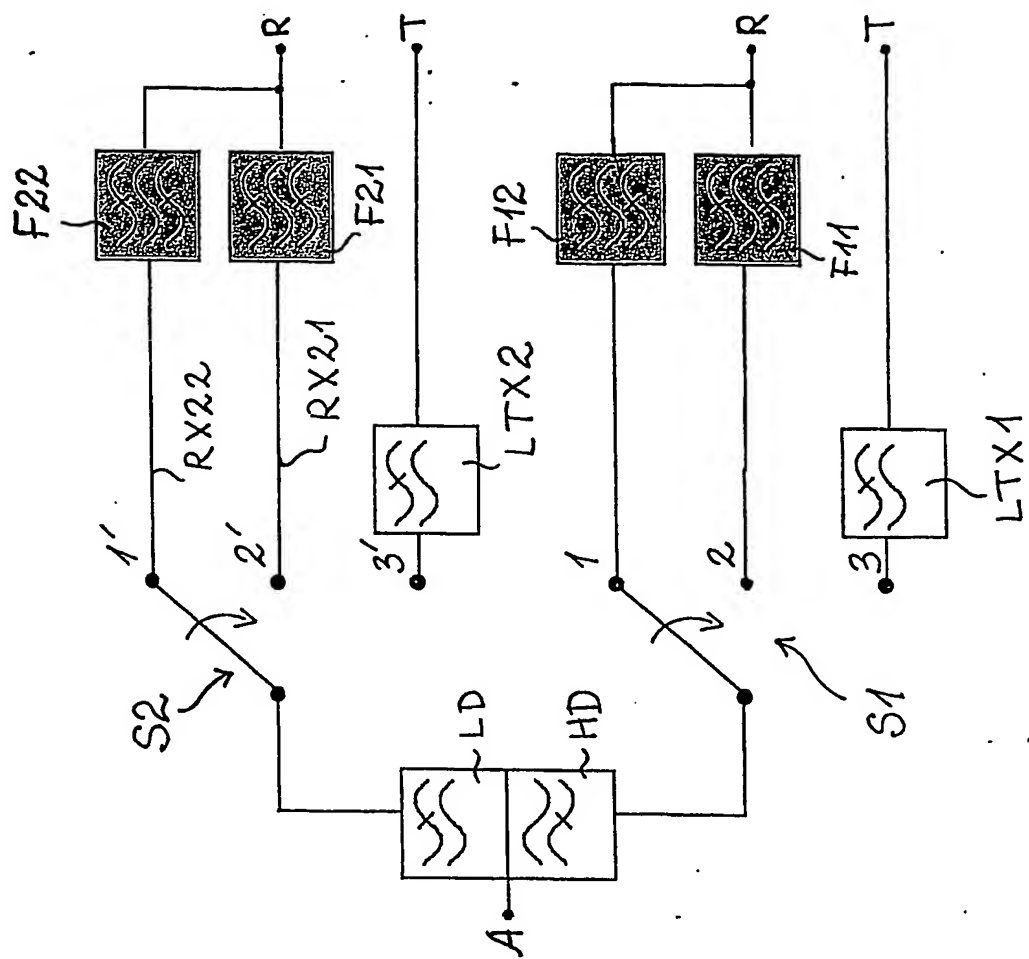
19. Frontendschaltung nach Anspruch 18, bei dem die Übertragungsleitungen (11 bis 18) als Lei-
15 tungsabschnitte in zumindest einer der Metallisierungsebenen des Trägersubstrats ausgebildet sind.

Zusammenfassung

Frontendschaltung für drahtlose Übertragungssysteme

- 5 Es wird ein Funktionsblock einer Frontendschaltung für ein Kommunikationsendgerät vorgeschlagen, welches für einen Multiband- und/oder Multimode-Betrieb ausgelegt ist. Durch die erfindungsgemäße Anordnung eines pin-Diodenschalters in einem der parallel zueinander verlaufenden Signalpfade anstatt seiner eingangsseitigen Anordnung vor Aufteilung der Signalpfade
- 10 gelingt es, ein eingangsseitig angeordnetes Impedanztransformationsnetzwerk einzusparen und dadurch Signalverlust und Platzbedarf der Schaltung zu reduzieren. In einer weiteren Ausgestaltung werden die vorzugsweise den benachbarten Frequenzbändern zugeordneten Signalpfade ausgangsseitig zusammengefaßt, wobei die Weiterverarbeitung der unterschiedlichen Frequenzbändern entsprechenden Signale in einem Pfad erfolgt. Dabei kann beispielsweise ein für $(n - 1)$ Frequenzbänder ausgelegter Chipsatz im Rahmen eines für n Bänder ausgelegten
- 15 Übertragungssystem eingesetzt werden. Eine andere Weiterbildung der Erfindung ermöglicht bei einem Multimode-System das Monitoring des Empfangssignals eines Systems auch im Betriebsmode des anderen Systems. Durch die erfindungsgemäße Integration aller Komponenten der Frontendschaltung in einem
- 20 Modul kann man stabile elektrische Eigenschaften der Schaltung erreichen.

Figur 2



1/15

Fig. 2

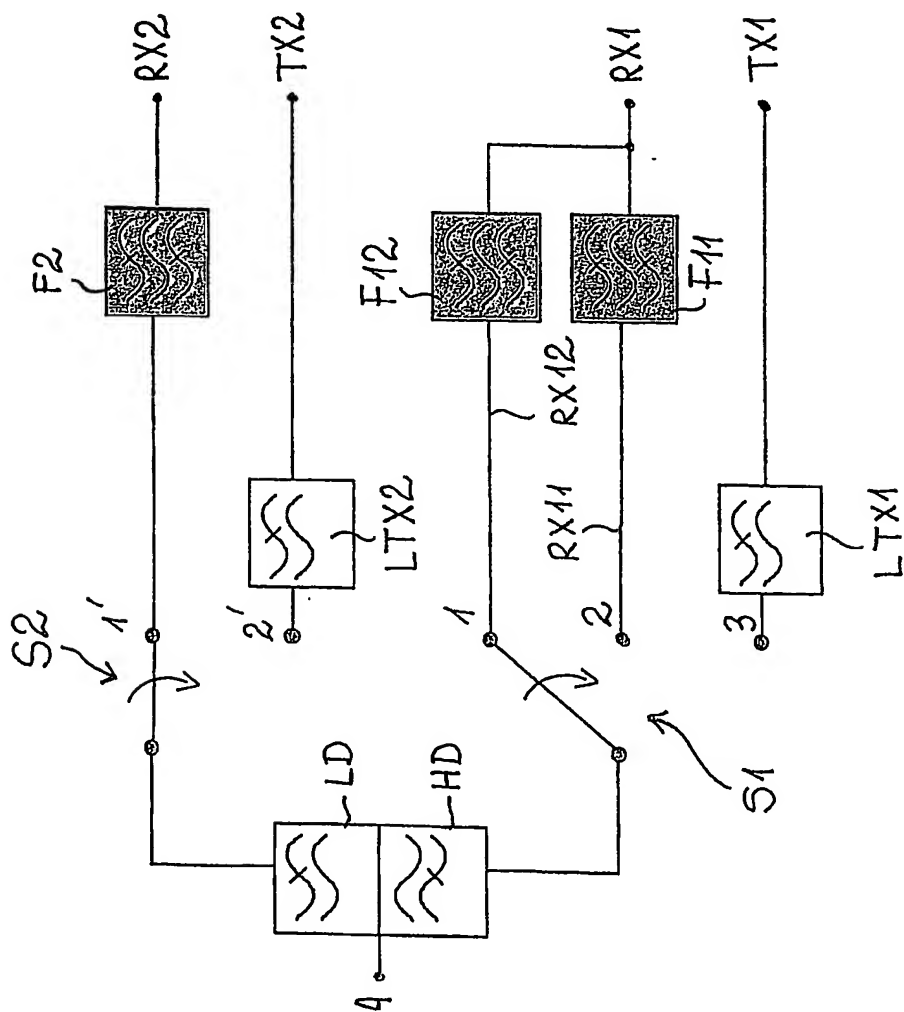


Fig. 1

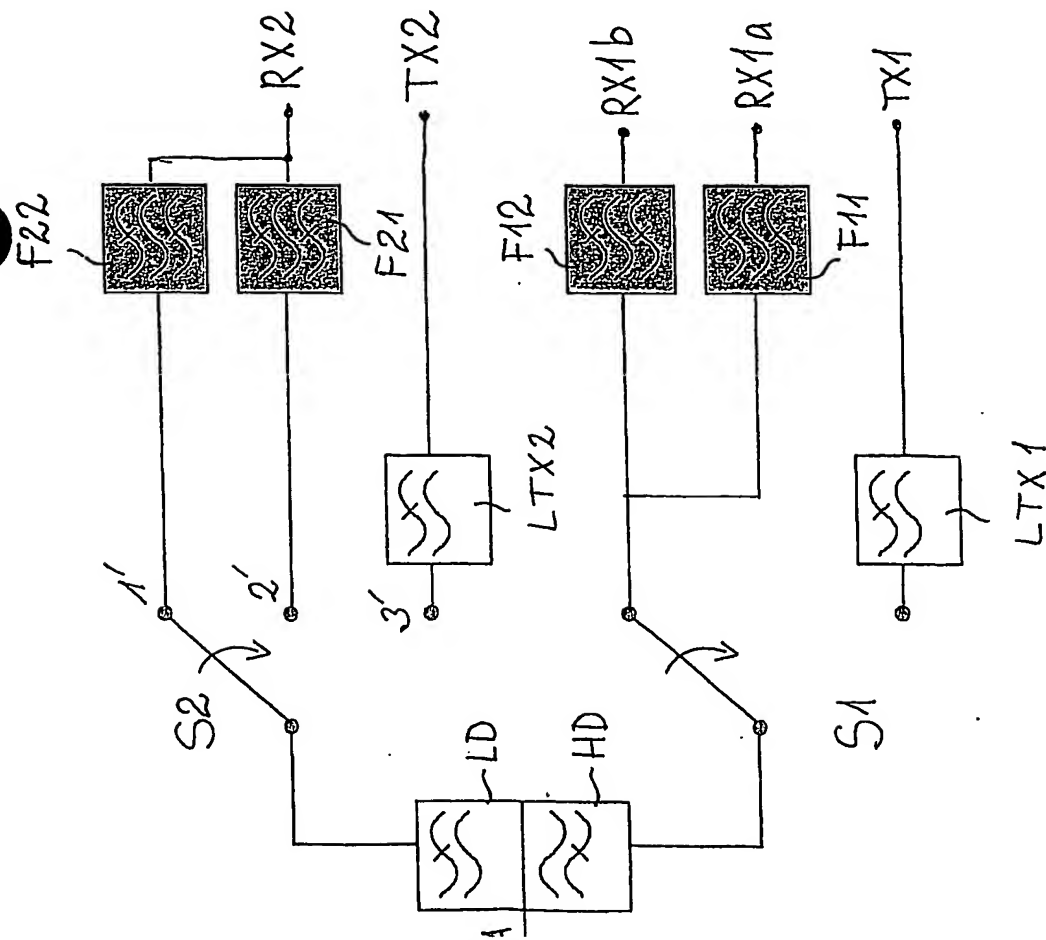


Fig. 3

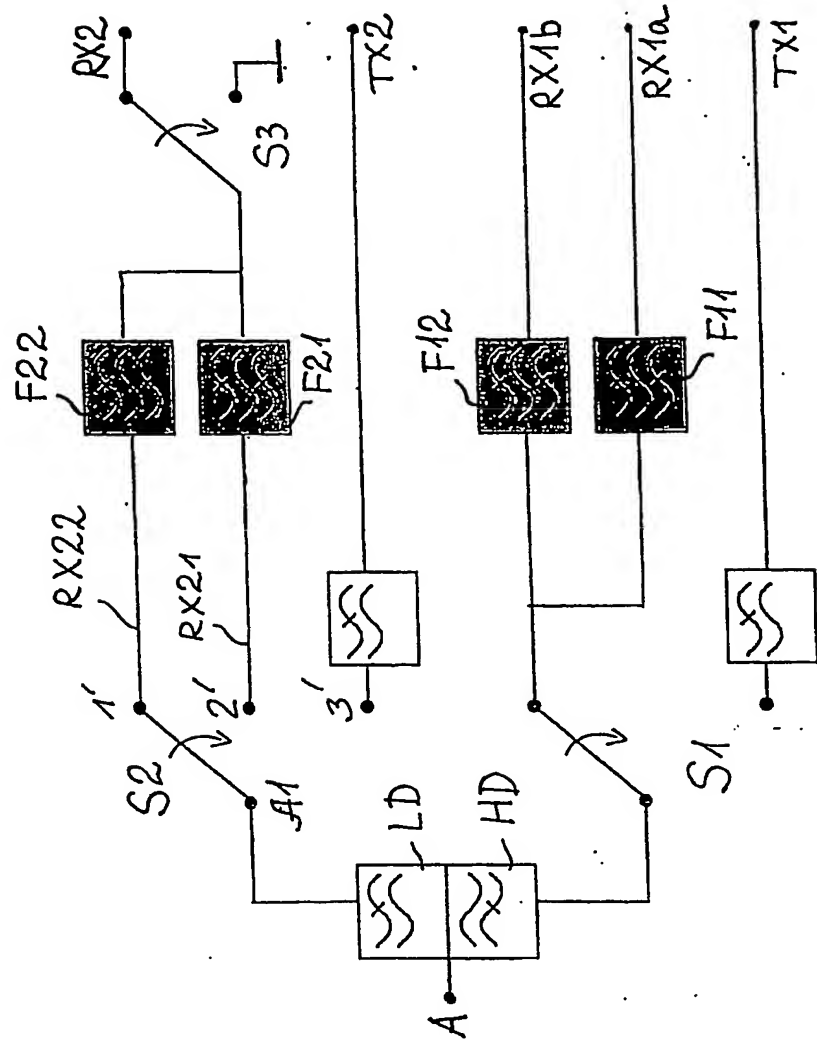


Fig. 4a

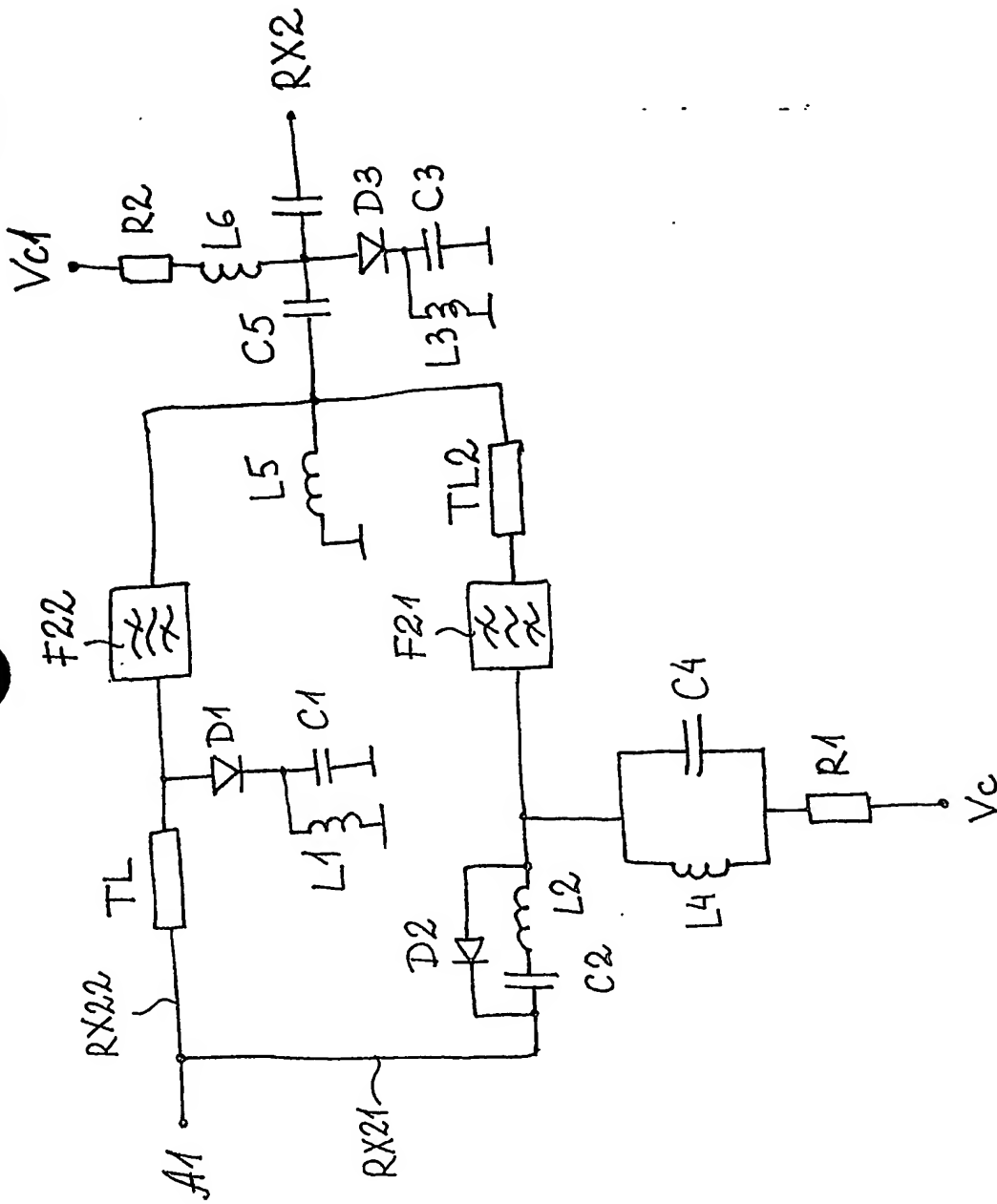


Fig. 4b

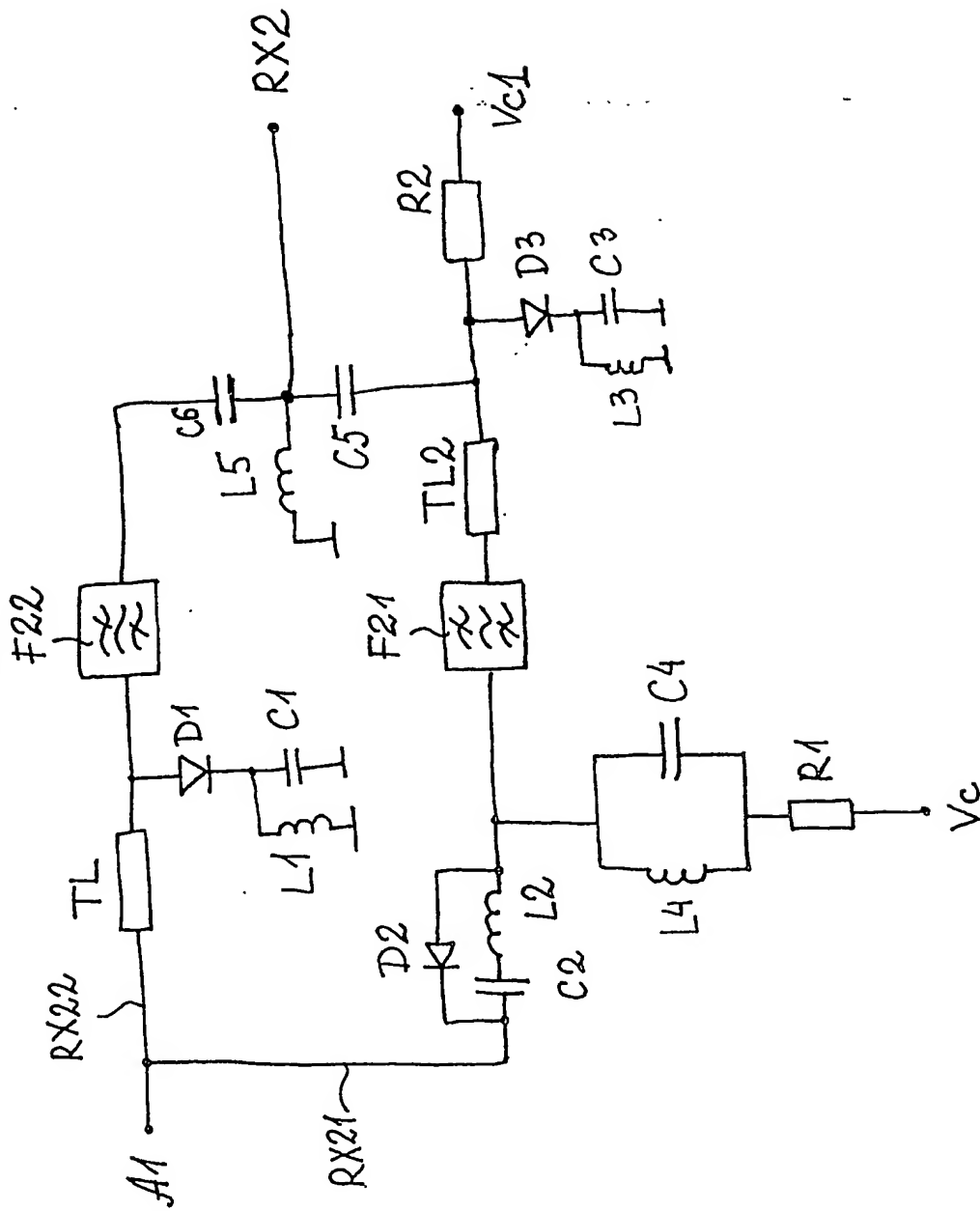


Fig. 4C

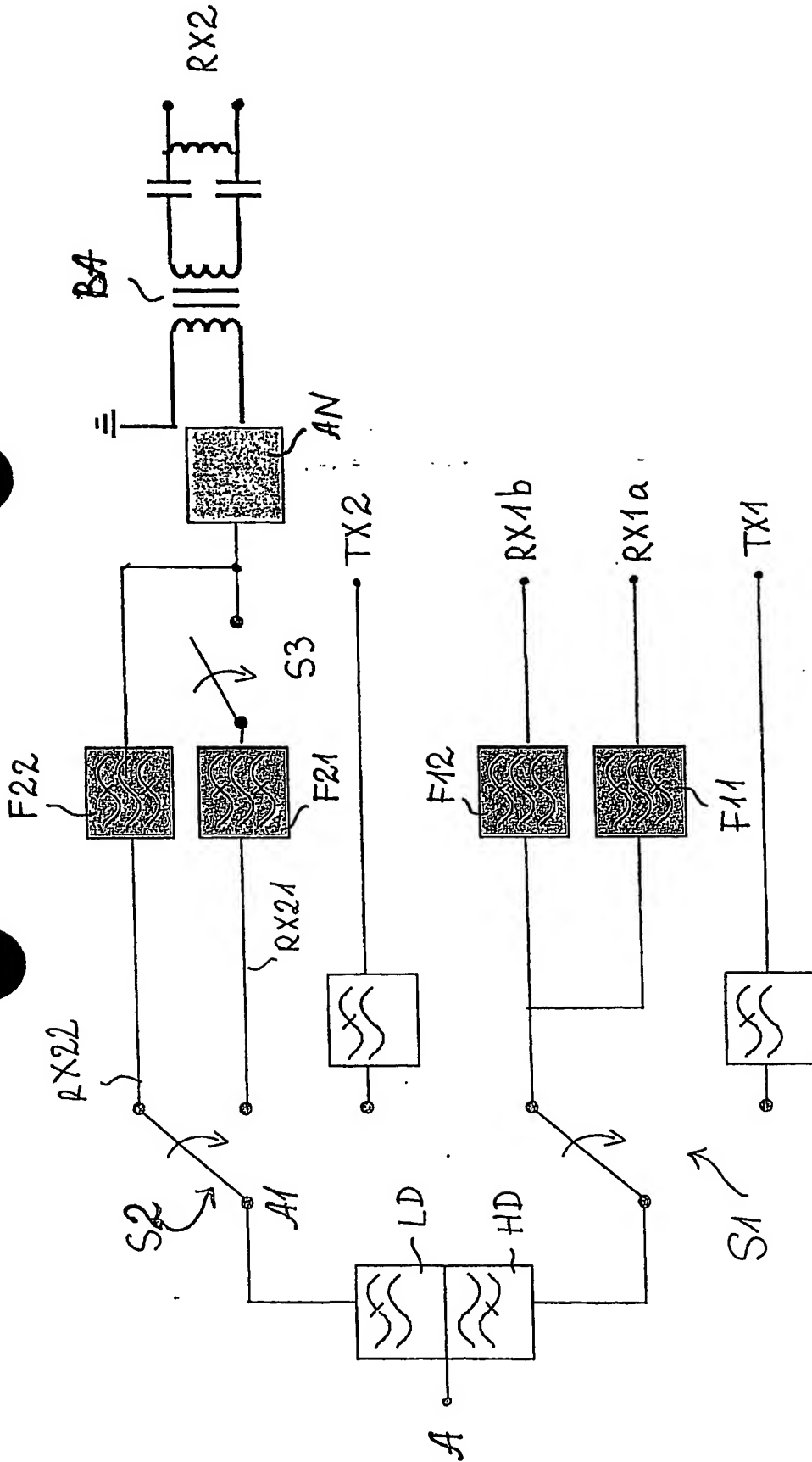


Fig.5a

6/15

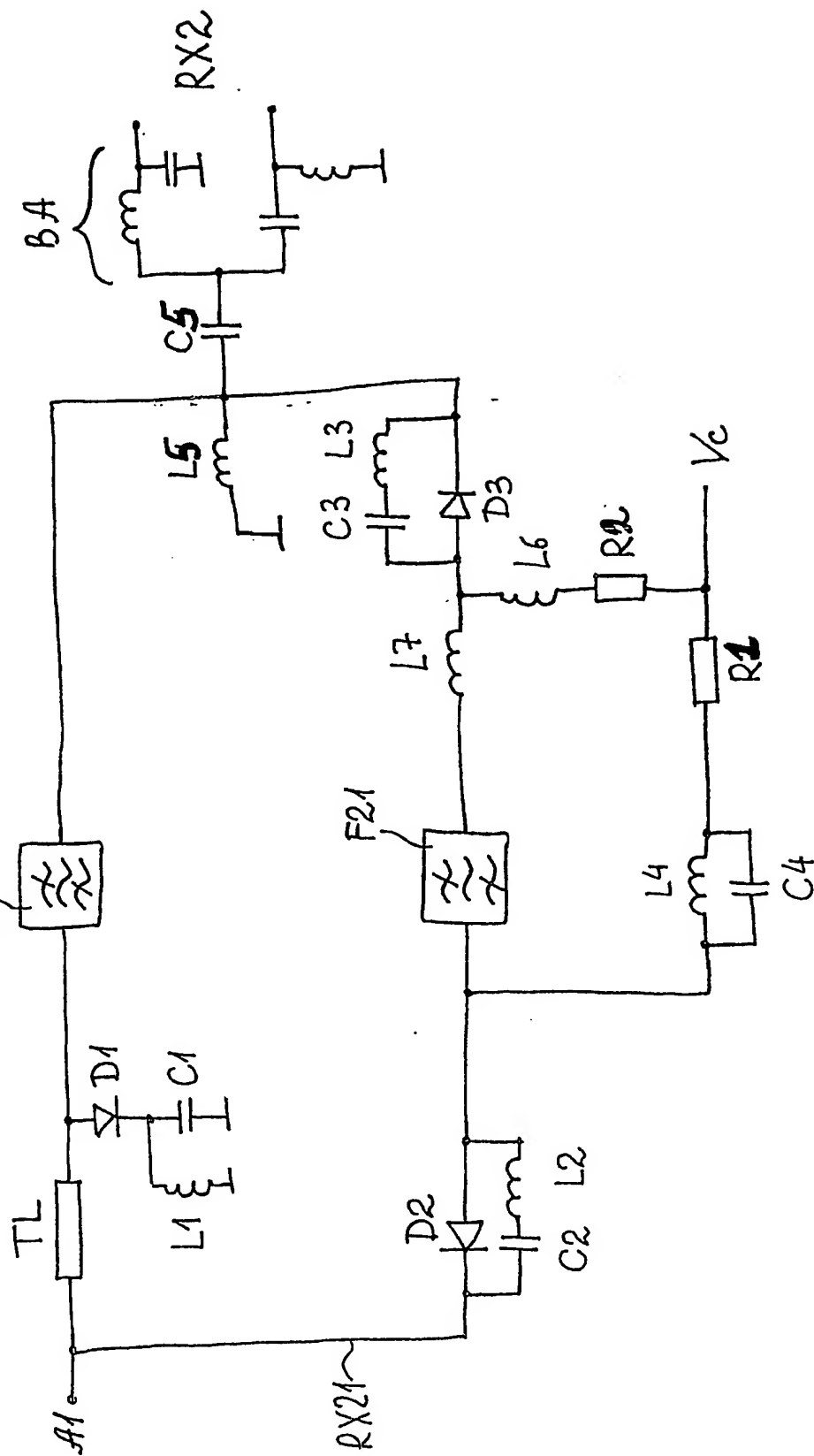


Fig. 5b

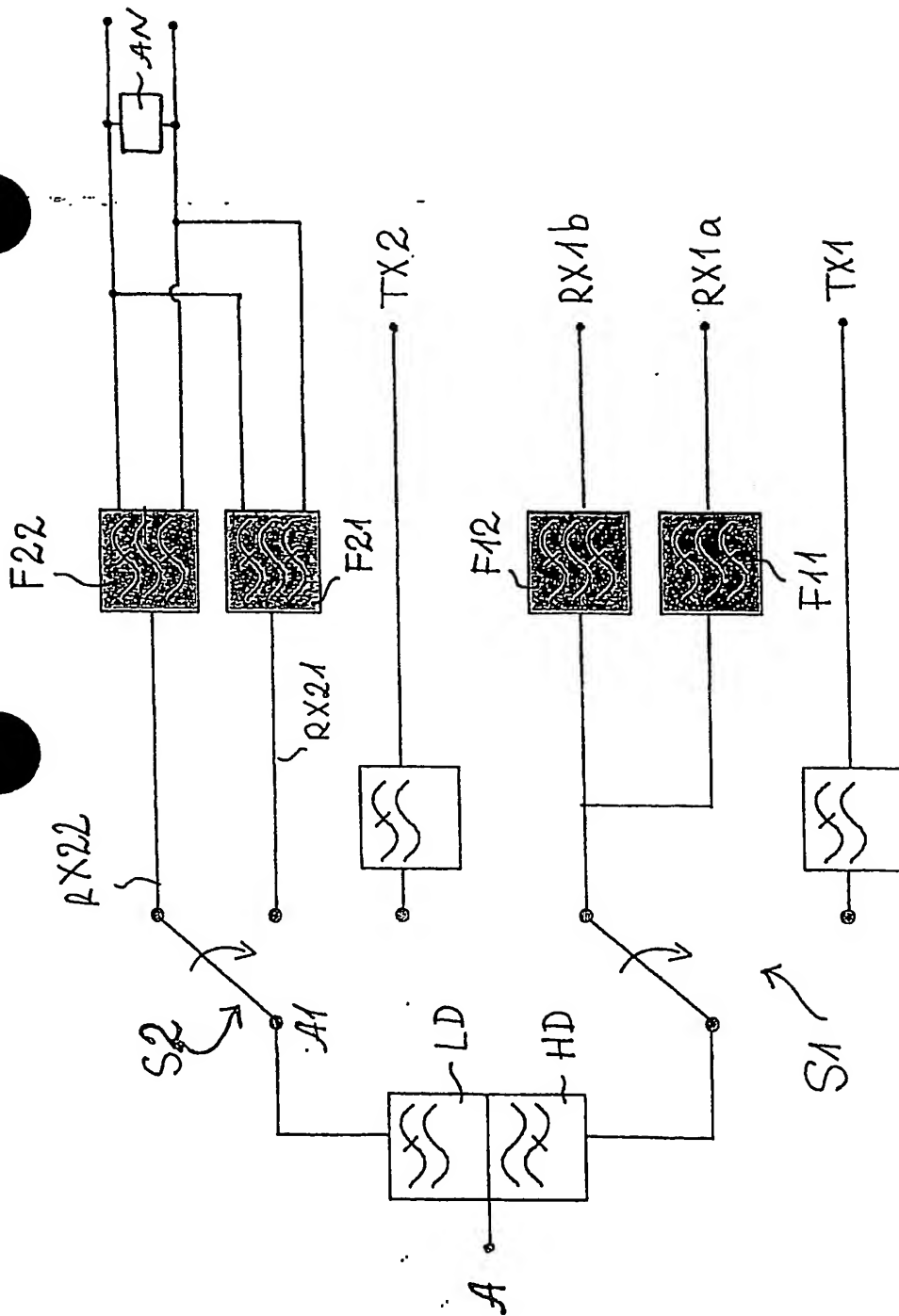


Fig.5C

8/15

72001021+

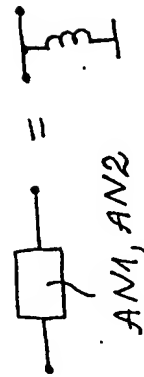
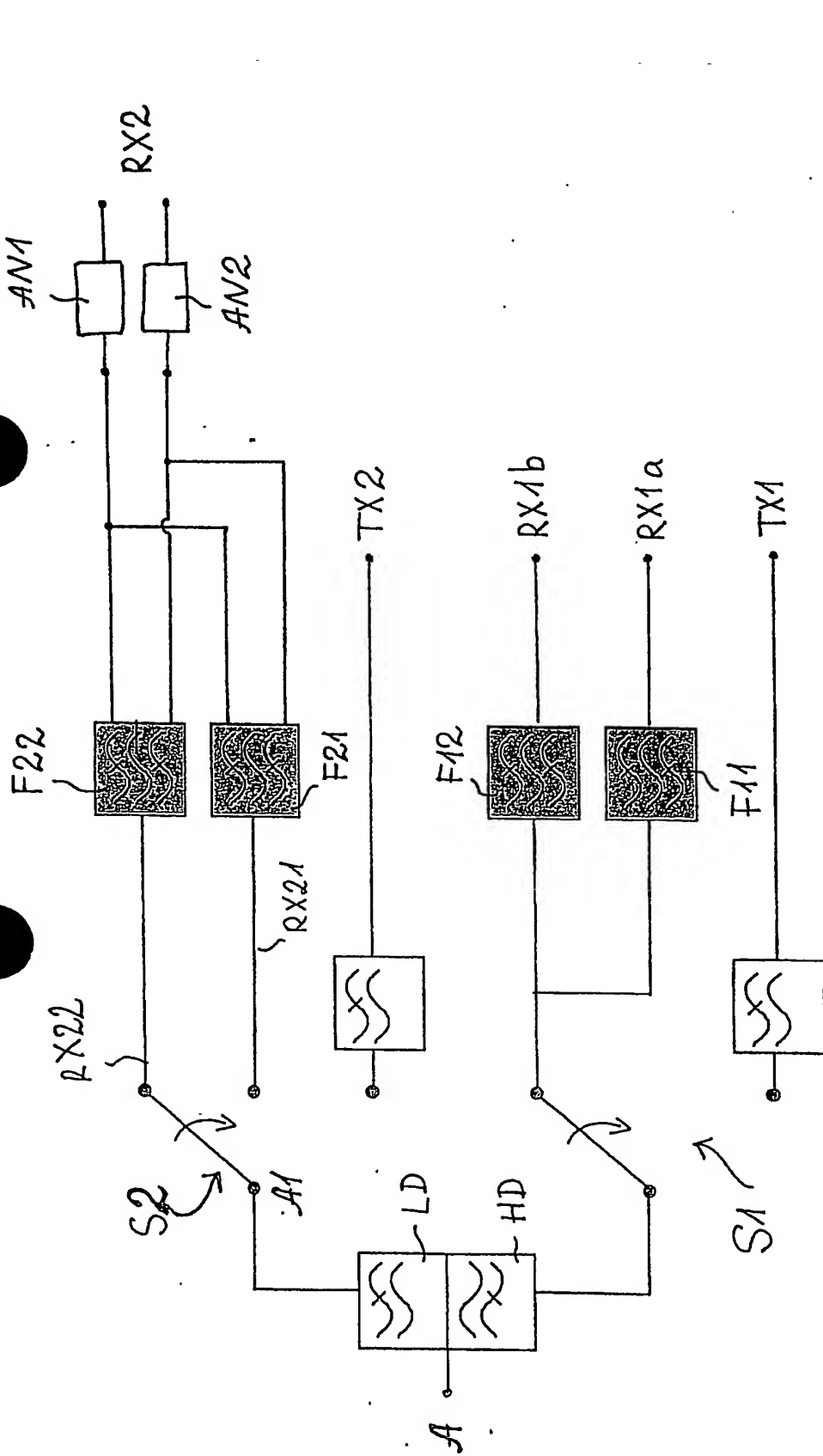


Fig.5 d

9/15

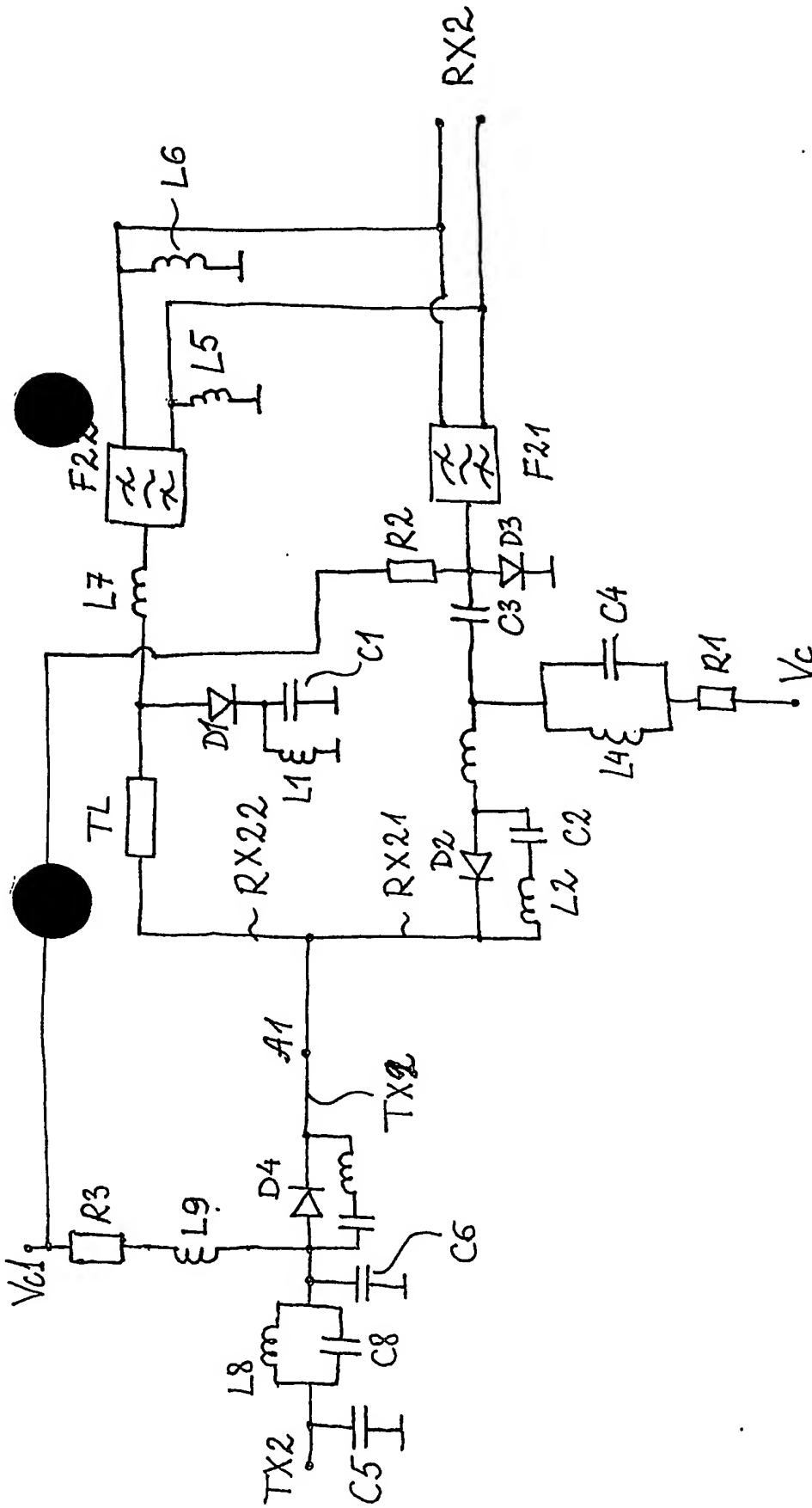


Fig. 5e

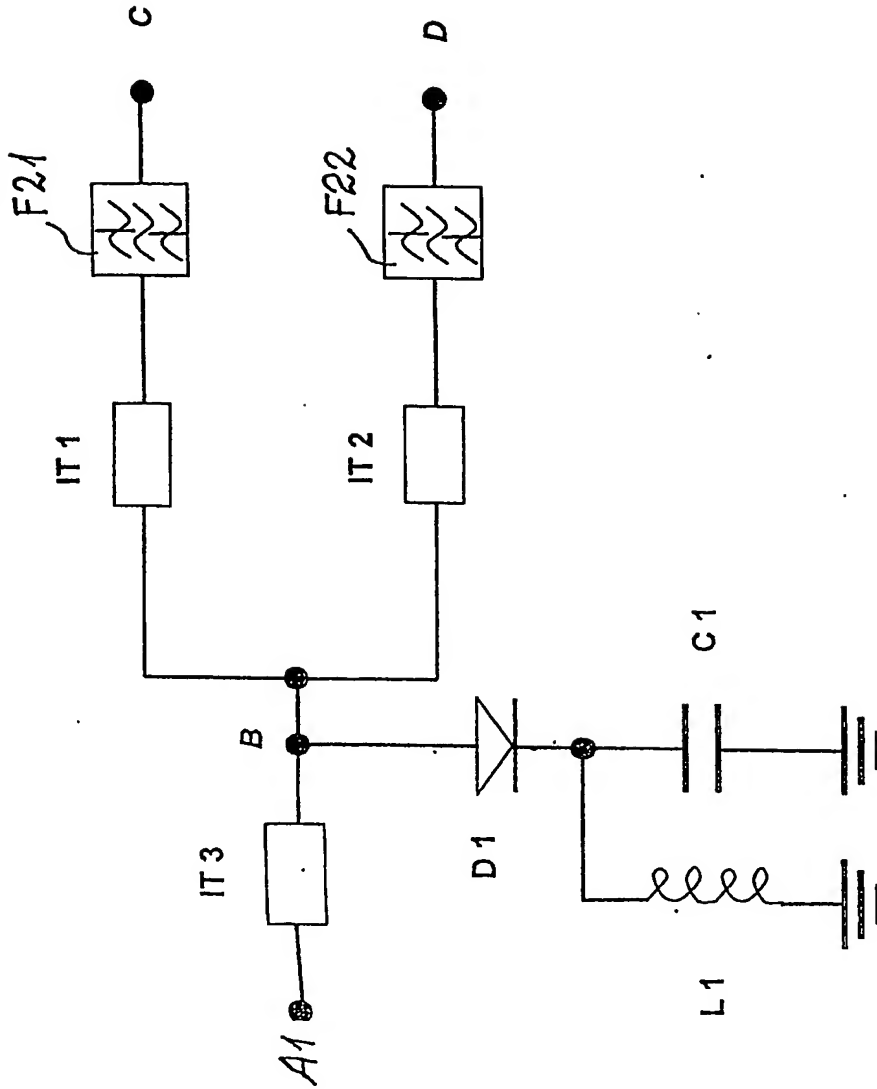


Fig.6 (Stand der Technik)

11/15

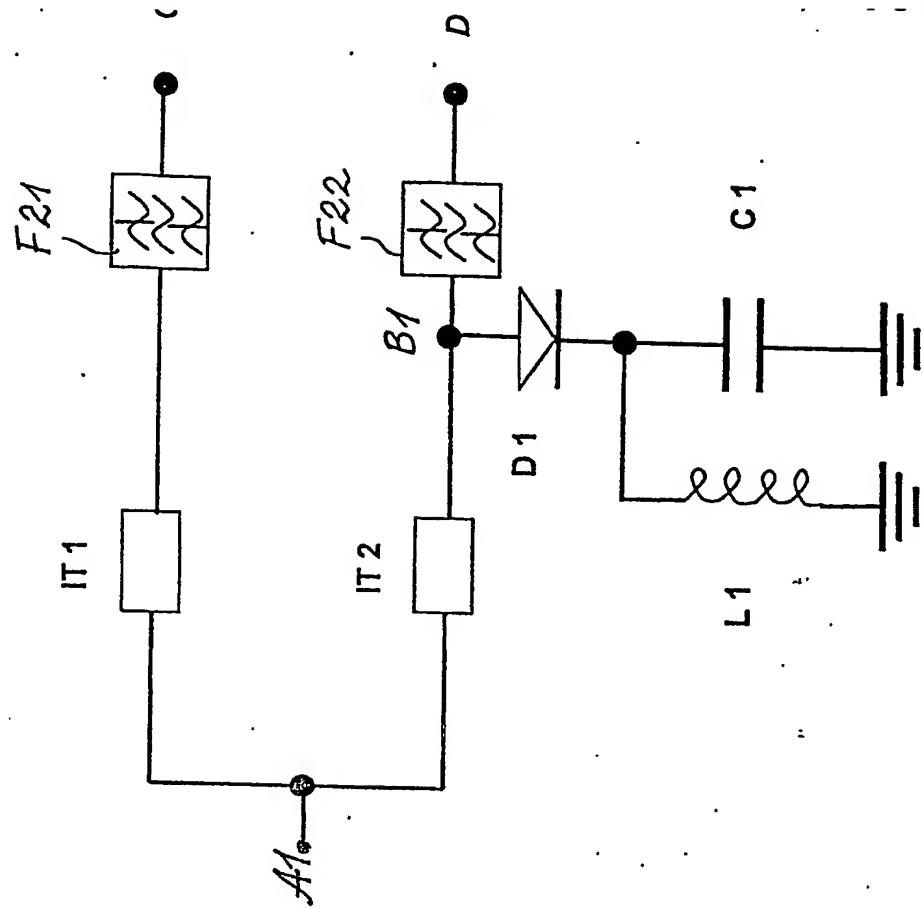


Fig. 4

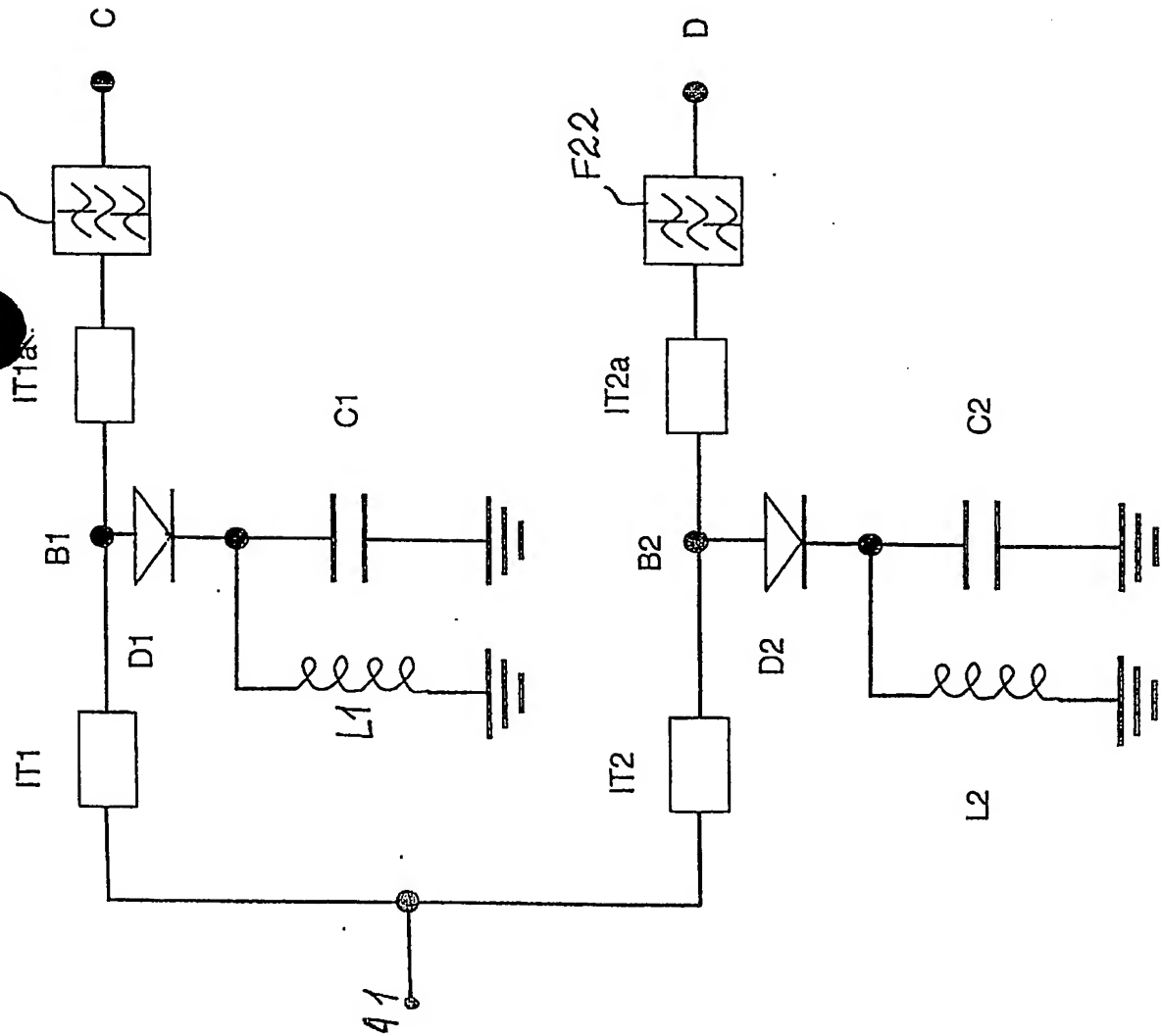


Fig. 8

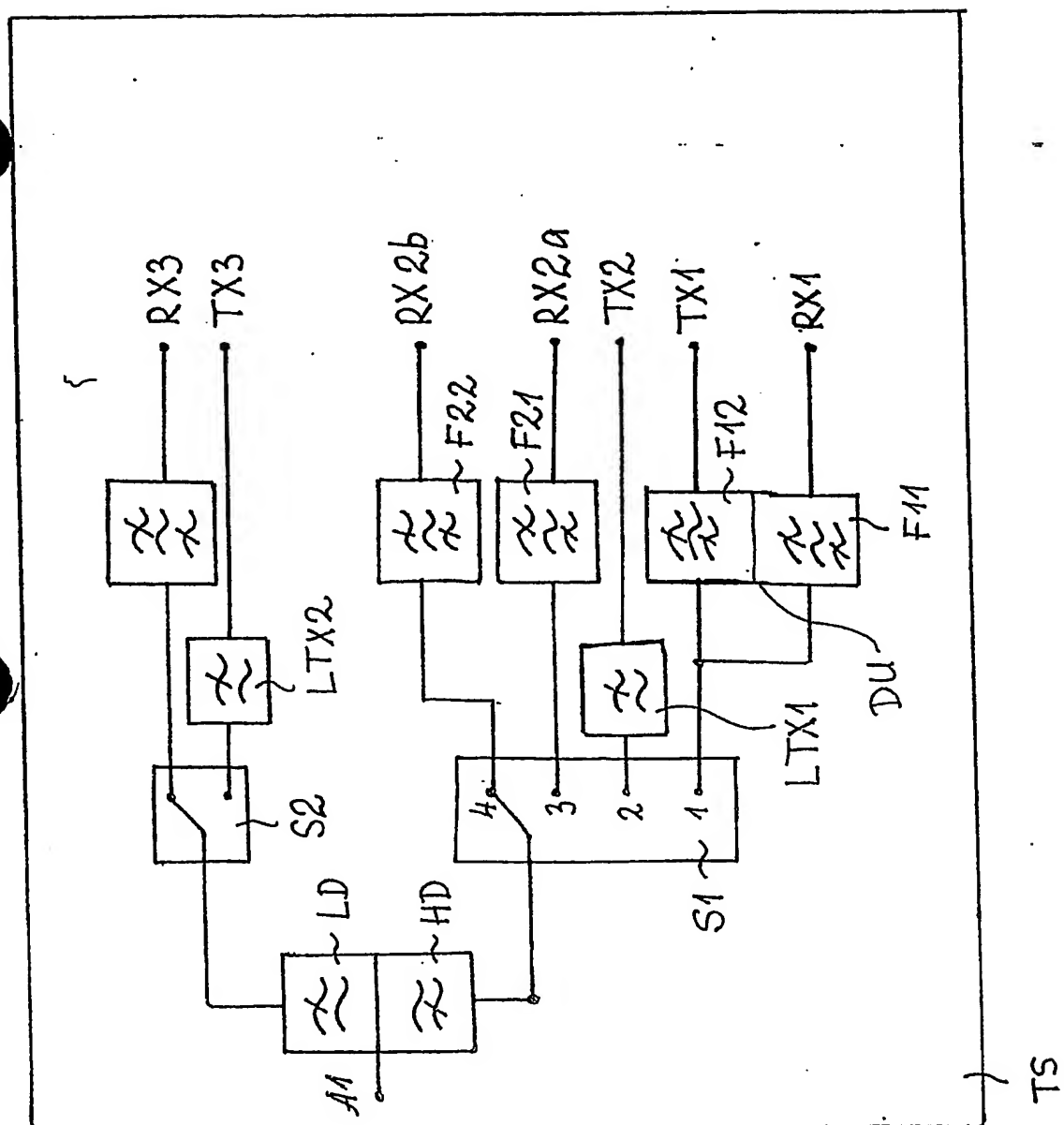


Fig. 9

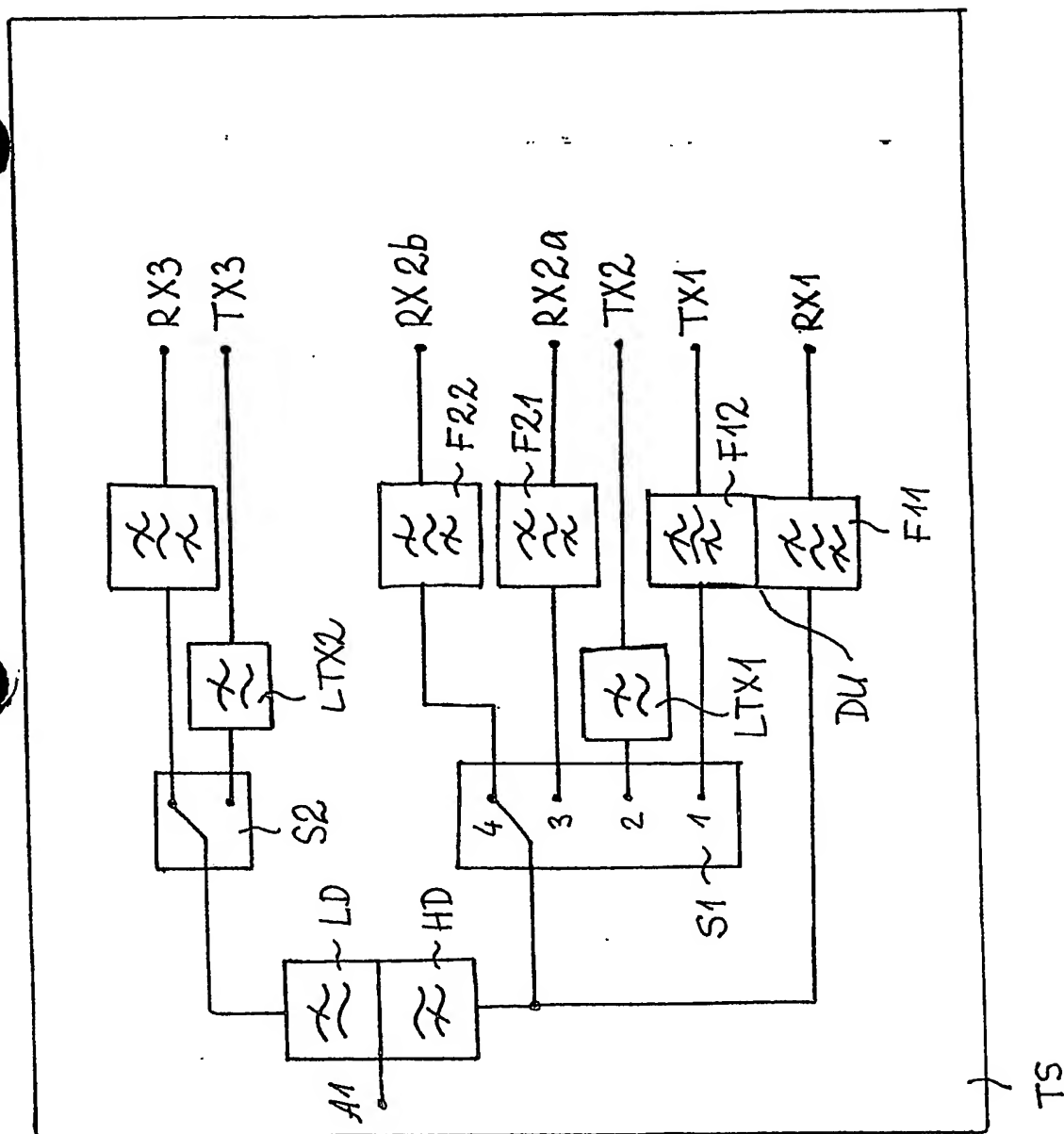
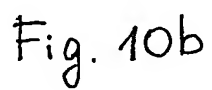


Fig. 10a



14/15

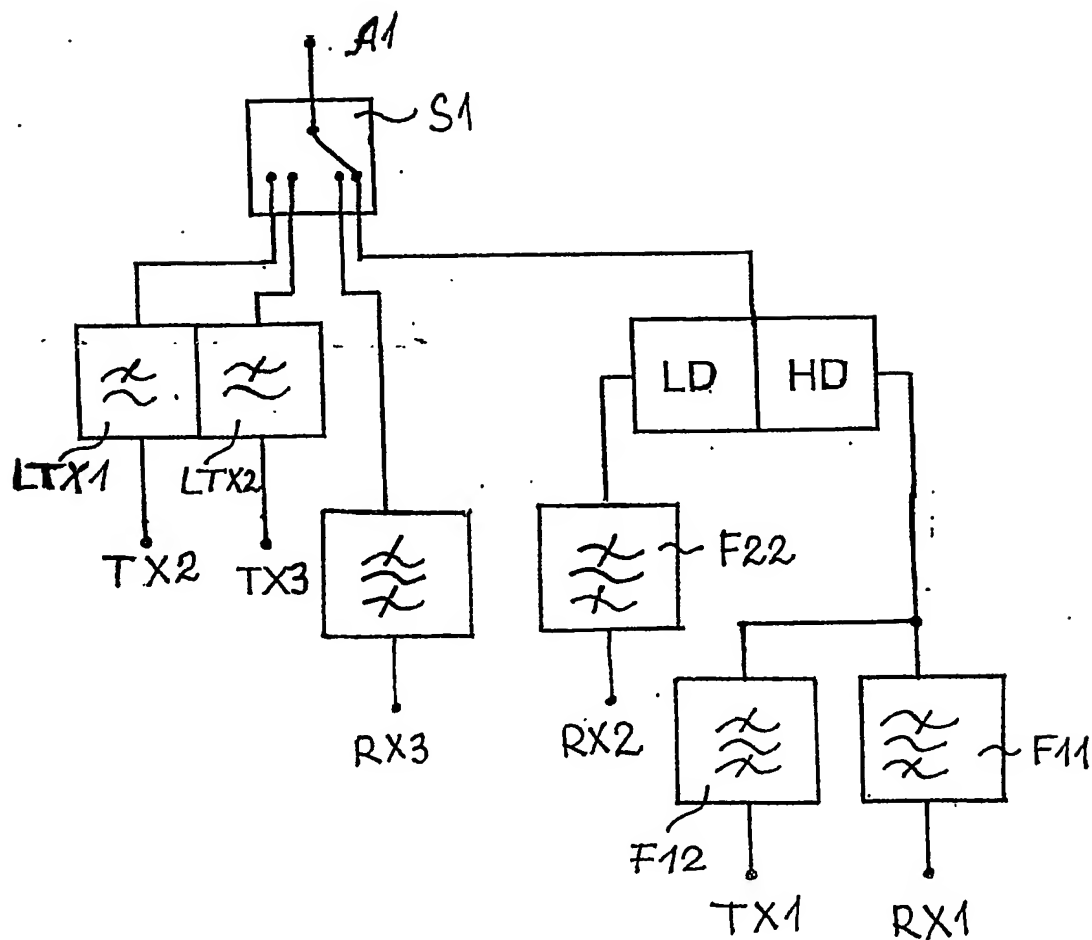


Fig. 11